

અનુભવોત્તરરૂપે બાળોપયોગી સરળ

# સૃષ્ટિજ્ઞાન

અથવા

પદાર્થપાઠ.

( ધોરણ છઠ્ઠા માટે )

રચનાર,

નારણભાઈ વાઘજીભાઈ પટેલ,

તથા

આશાભાઈ નારણભાઈ પટેલ,

સુણાવ

ઉપાધી પ્રસિદ્ધ કરનાર,

મણિલાલ મૂળજીભાઈ ઉપાધ્યાય,

જીવસેલર—પેટલાદ,

[ સર્વ હક સ્વાધીન રાખ્યા છે. ]

આવૃત્તિ ૪ થી,

પ્રત ૨૦૦૦.

સંવત ૧૯૭૧.

સને ૧૯૨૦.

મમતાવાદ—ખાડીઆમાં આવેલા શ્રી “ બાળોપયોગી પ્રિન્ટીંગ

પ્રેસ ” નાં જોડાણાલ દેવચંદર દવેએ બાંધ્યું.

કીર્તિ અમલી આના.



પ્રશ્નોત્તરરૂપે બાળોપયોગી સરળ

# સૂષ્ટિજ્ઞાન

અથવા

પદાર્થપાઠ.

( ધોરણ છઠ્ઠા માટે ).

રચનાર,

નારણભાઈ વાઘજીભાઈ પટેલ,

તથા

આશાભાઈ નારણભાઈ પટેલ,

મુદ્રણ

છપાવી પ્રતિષ્ઠ કરનાર,

મણિલાલ મૂળજીભાઈ ઉપાધ્યાય,

બુન્ડેસર—પેટલાદ,

[ સર્વ હક સ્વાધીન રાખ્યા છે. ]

આવૃત્તિ ૪ થી,

પ્રત ૨૦૦૦.

સંવત ૧૯૭૬.

સને ૧૯૨૦.

અમદાવાદ-ખાડીઆમાં આવેલા શ્રી “ લાગ્યોદય પ્રિન્ટીંગ

પ્રેસ ” નાં જોડાલાલ દેવશંકર દવેએ છાપ્યું.

કીંમત અઢી આના.

૬૬૭૦

ગુજરાત વિદ્યાપીઠ ગ્રંથાલય  
અમદાવાદ  
પ્રસ્તાવના

આ નાના પુસ્તકને પ્રસ્તાવનાની જરૂર નથી, છતાં રૂઢિ પ્રમાણે કહેવું જોઈએ, કે પાંચમા ધોરણ માટે તૈયાર કરેલા પુસ્તકની માફક આમાં પણ ધોરણને અનુસરતા સહિત્તાનના પાઠો વિદ્યાર્થીઓ સમજી શકે તેવી યોગ્ય શૈલીમાં પ્રશ્નોત્તર રૂપે આપ્યા છે, વળી આ પુસ્તક તૈયાર કરવામાં અભ્યાસક્રોની યોગ્યતા ધ્યાનમાં રાખીને વાચન છઠ્ઠી ચોપડીમાં આપેલા સહિત્તાનના પાઠો ઉપરાંત પદાર્થવિજ્ઞાન, રસાયનશાસ્ત્ર અને ખગોળશાસ્ત્ર જેવાં પુત્રોમાંની ઉપયોગી બાબતો સરળ શૈલીમાં યોજવા બનતો દરેક પ્રયત્ન કર્યો છે, તેથી આશા છે કે અભ્યાસક્રોને તેમજ અધ્યાપકોને તે ઉપયોગી થઈ પડશે. આ પુસ્તકમાં આપેલા પ્રશ્નો સૂચકપ્રશ્નપદ્ધતિના નથી, પરંતુ પરીક્ષક પ્રશ્નપદ્ધતિના છે, જેથી યોગ્ય પદ્ધતિસર પાઠો શીખવ્યા પછી પુનરાવર્તન કરાવી જ્ઞાન ૬૬ અને ચોક્કસ કરવા માટે આમાંના પ્રશ્નો અને તેના ઉત્તરો ઉપયોગી થઈ પડશે. તેમજ પરીક્ષામાં ભિન્ન ભિન્ન દૃષ્ટિબિંદુથી પૂછાતા સવાલો પણ આમાં કાળજીપૂર્વક સંગ્રહી હોવાથી અભ્યાસક્રોને ઉપકારક થઈ પડશે. છેવટ અભ્યાસક્રોને અને અધ્યાપકોને આ ગ્રંથનો સદુપયોગ કરવાની સૂચન કરી લેખક વિરમે છે.

સુણાવ.

તા. ૫ એપ્રિલ ૧૯૧૬.

કર્તા.

## પ્રગટકર્તાના બે બોલ.

હુંક મુદતમાંજ આ પુસ્તકની પ્રથમાવૃત્તિ, બીજી તથા આવૃત્તિની સમયો નક્કી ખપી ગયે અને ચોથી આવૃત્તિ કાઢવાનો પ્રસંગ ધાર્યા કરતાં વહેલો આવ્યો એજ એની ઉપયોગીતા બતાવી આપે છે.

શિક્ષકશ્રમધુઓને એક બાબત અમે મગરૂખી સાથે કહીશું કે આવાંજ બીજાં સૃષ્ટિજ્ઞાનનાં પુસ્તકોનું અવલોકન કરનાર સુઘ વાચક-વગે અમારા સૃષ્ટિજ્ઞાન માટે સારો અભિપ્રાય આપ્યો છે, અને શ્રીયુત ‘કેળવણી’ પત્રના વિદ્વાન તંત્રીએ પણ આ પુસ્તકમાંની પ્રશ્નોત્તરપદ્ધતિ પસંદ કરી છે.

અમે પ્રથમાવૃત્તિ પ્રસંગે વાચકવર્ગ તરફથી સૂચના થવા માટે પ્રાર્થના કરેલી, તે ઉપરથી કેટલાક શિક્ષકશ્રમધુઓએ સૂચવ્યા મુજબ ‘પાઠવાર સાહિત્યો’ અને ‘પુરવણી’ આ પુસ્તકમાં ઉમેરવામાં આવ્યા છે, આશા છે કે શિક્ષકોને તેમજ શિષ્યોને તે ઉપકારક નીવડશે.

## પાઠવાર સાહિત્યો.

- ૧ ધન, પ્રવાહી, અને વાયુરૂપી પદાર્થો, કાયનો પ્યાલો, બરફ, સ્પીરીટ લેમ્પ, મીણ, ટીનની રકાખી વગેરે.
- ૨ ચનો પ્યાલો, રંગ, ખાંડ, રબર, નેતર, ઝેરપાંપ, અને કાય-ની બાટલી, પારો વગેરે.
- ૩ દોરકું, ત્રાજવા, રબરનો દડો, વગેરે.
- ૪ હાળનો નમુનો.

- ૫ કાચર અને પંચના નમુના રૂઢ, કાટખુણીઆ કાતરી કાઢેલો ત્રિકોણાકાર કાગળ અને તેની ત્રાંસી બાબુ ઉપર ચોપડવા માટે સાહી, પેનસીલ, દુમકલાસનું ચિત્ર, નરપેચ અને માદાપેચ ખતાવવામાં કક્ષા અથવા સંક્રિયાં, વગેરે.
- ૬ ત્રાજવાં અને જોખમ માટે કાટલાં, કાચની નળી, ઝેરપંપ, સિક્કો અને પીછું.
- ૭ ખંતે છેડા જાડાઈમાં અસમાન હોય તેવી એક સોટી, ચોપડી, ત્રાજવાં, જેના છેડા ઉપર કાણાં પાડેલાં હોય એવું અનિયમિત આકારનું પતરું અને દોરી.
- ૮ ઘંટ અથવા કાંસાનું ઝાલર ને મોગરી, પાણી ભરેલું વાસણ, વાંસનાં બે ભુંગળાં અને દોરાની મદદથી બનાવેલું કૃત્રિમ ટેલિફોનચત્ર.
- ૯ જુદા જુદા રંગના કાચ, અખરખ, ઇથર વગેરે
- ૧૦ ધાતુનો ગોળો, દેવતા અને સગડી, પાણી ભરેલી કાચની બર, અને સ્પીરીટ લેમ્પ, ધાતુના પતરાથી મહેસો બાજઠ,
- ૧૧ પાણી, ખરક, કાચના પ્યાલા, સ્પીરીટલેમ્પ, ઘી, મીણ, થર્મોમીટર,
- ૧૨ પાઠમાં ખતાવેલા ચિત્ર પ્રમાણે જુદા જુદા સ્ટેન્ડ પર વસ્ત્રો કાણાં પાડેલાં ત્રણ પુઠાં, ( અંધારી ઝોરડીમાં વિદ્યાર્થીઓને લઈ જઈ આ પાઠ શીખવવો. ) દીવો.
- ૧૩ ( આ પાઠ પણ અંધારી ઝોરડીમાં લઈ જઈ શીખવવો ). આ-રસી, સીસાપેન, લીસું કલાઈ દીધેલું લોહાનું પતરું.
- ૧૪ ત્રિપાસો કાચ, પાણી ભરેલી રક્ષખી, અને પાવલી.
- ૧૫ કાચના સળીઆ [ આ સળીઆ બે જાતનાં લેવા. ૧ તદ્દન

કાચનો, ૨. એક હેડે પીત્તળના હાથવાળો. ) રેશમનું કપડું, લાખનું સળીઓ, ઊનનું કપડું, કાગળના કકડા. બરનો ગર, સોનાના વરખ, પીછું, રેશમનો દોરા અને તેને બાંધવા માટે સ્ટેન્ડ.

- ૧૬ હોઠાયત્ર, લોહચુંબક, સોયો, બુચ, પાણી ભરેલી રકાખી, કુંચી અથવા લોઢાની કોઈ વસ્તુ અને થાળી.
- ૧૭ લોઢાનો વહેર, પાણી ભરેલી રકાખી, સીસો, મલમલની કાચળી, કાચું સુતર, ફેરફરસ, અને નીચેથી ખુદ્દા તથા ઉપરથી ખૂચવાળી કાચની બરણી, પીત્તળના તારથી બંધેલી મીણુમત્તી, ચુનાનું નીનયું પાણી, કાચની ભૂંગળા અને ફૂટપટી.
- ૧૮ પોટેશ્વમ ક્લોરેટ, મેંગેનીઝ કાયોકસાઈડ, તાંબાનું ઝારી જેવું વાસણ, દેવતા સાથે સમડી, પાણી ભરેલું વાસણ, અને ખાલી બાટલીઓ.
- ૧૯ હાડપીંજરનો મોટો નકશો અને નમુનો.
- ૨૦ કાળો કાચ ગોઠવેલું દૂરખીન.
- ૨૧ દૂરખીન અને ચંદ્રની કળાઓ બતાવનારો મોટો નકશો.
- ૨૨ મહમાળા.

મુચના—પ્રકાશને લગતા ૧૨, ૧૩ અને ૧૪ એ પાઠોના પ્રયોગ અધારી ઓરડીમાં કરવા તથા તેનાં ચિત્રો તરફ ખાસ ધ્યાન ખેંચવું. પ્રકાશના ગુણધર્મ ઠસાવવા માટે ચિત્રો અવશ્ય દોરાવવાં. ખજોળના પાક શીખવતાં રાત્રિના સમયે આકાશનું અવલોકન કરાવવું. જ્યાં પ્રયોગનાં સાહિત્યો ન મળે ત્યાં શિક્ષકે ખોડે ઉપર મોટી આકૃતિ કાઢી સમજાવવું.

# અનુક્રમણીકા.

વિષય	પૃષ્ઠ.
દ્રવ્ય કે પદાર્થ અને તેના ત્રણ રૂપ....	... ૭
૨. પદાર્થના ગુણ. ...	... ૯
૩. બળ અને બળોનું સમતોલપણ.	... ૧૨
૪. દાળ. ...	... ૧૫
૫. કાચર ને પેચ. ...	... ૧૬
૬. ગુરૂત્વાકર્ષણ. ...	... ૨૦
૭. ગુરૂત્વમધ્યમિંદુ. ...	... ૨૪
૮. અવાજ. ...	... ૨૬
૯. ગરમી કે ઉષ્ણતાની ઉત્પત્તિ. ...	... ૨૮
૧૦. ગરમીની ગતિ. ...	... ૩૧
૧૧. છુપી કે ગુપ્ત ગરમી. ...	... ૩૪
૧૨. પ્રકાશ અને તેનો ફેલાવો. ...	... ૩૭
૧૩. પ્રકાશનું પરાવર્તન. ...	... ૪૦
૧૪. પ્રકાશનું વક્રીભવન. ...	... ૪૨
૧૫. વિદ્યુત. ...	... ૪૪
૧૬. વીજળી. ...	... ૪૮
૧૭. લોહચુંબક અને હોઠાચંત્ર. ...	... ૫૧
૧૮. હવાની ઘટના. ...	... ૫૪
૧૯. હવામાંના વાયુના ગુણ. ...	... ૫૮
૨૦. કાળજી, બરોળ અને મૂત્રપિંડ. ...	... ૬૩
૨૧. સૂર્ય. ...	... ૬૭
૨૨. ચંદ્ર. ...	... ૭૧
૨૩. અંદરના પ્રહો-શુધ અને શુક્ર. ...	... ૭૪
૨૪. પુરવણી. ...	... ૭૮



# પ્રશ્નોત્તરરૂપે બાળોપયોગી સૃષ્ટિજ્ઞાન.

૧. દ્રવ્ય કે પદાર્થ અને તેનાં ત્રણ રૂપ.

પ્ર૦ દ્રવ્ય એટલે શું ?

ઉ૦ જેને વાસ્તવિક રૂપ હોય છે અથવા જે જગ્યા રોકે છે તેને દ્રવ્ય કહે છે.

પ્ર૦ જેને રૂપ હોતું નથી અથવા અવકાશ રોકે નહિ તેને શું કહે છે ?

ઉ૦ તેને ઉપાધિ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ ઉપાધિના દાખલા આપો.

ઉ૦ ગરમી, ટાઢ, વિદ્યુત, અજવાળું, દુઃખ, વખત, અજાજ, વખેરે, ટુંકામાં કોઈ વસ્તુમાં જેના આવવાથી અથવા જવાથી વજનમાં વધઘટ થતી નથી, પરંતુ તેમાં કંઈક વિકાર માત્ર થાય છે તેને ઉપાધિ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ દ્રવ્ય કે પદાર્થના દાખલા આપો.

ઉ૦ ચોપડી, મેજ, સ્લેટ, પાણી, મેન, વરાળ, વાયુ, કાલગ્યાસ વગેરે.

પ્ર૦ દ્રવ્યના કયા કયા વર્ગ છે ?

ઉ૦ ધન, પ્રવાહી અને વાયુ એવા ત્રણ વર્ગ છે.

પ્ર૦ એ વર્ગ શાને લીધે પાડેલા છે ?

ઉ૦ વસ્તુના રૂપને આધારે.

પ્ર૦ ધન પદાર્થના લક્ષણ કહેા.

ઉં ધન પદાર્થો પોતાનું કદ રહેવા માટે જોઈતી જગ્યા ) અને આકાર સાચવી રાખે છે.

પ્ર૦ પ્રવાહી પદાર્થના લક્ષણ કહો.

ઉં પ્રવાહી પદાર્થો પોતાનું કદ જાળવી રાખે છે, પરંતુ પાત્ર પ્રમાણે આકાર ધારણ કરે છે.

પ્ર૦ વાયુરૂપ પદાર્થનાં લક્ષણ કહો.

ઉં વાયુરૂપ પદાર્થોને પોતાનું કદ કે આકાર હોતા નથી. જેમકે તે પાત્ર પ્રમાણે આકાર ધારણ કરે છે તથા ફેલાઈ જવાના ગુણને લીધે થોડો વાયુરૂપી પદાર્થ મોટું કદ પણ ધારણ કરે છે.

પ્ર૦ દ્રવ્યોનાં ત્રણે રૂપોમાં ફેરફાર પાડવાનું કારણ શું ?

ઉં સંબંધાકર્ષણને લીધે ધન પદાર્થની રજકણો સજ્જડ વળગી રહે છે; પણ પ્રવાહી પદાર્થોમાં સંબંધાકર્ષણ અને પ્રતિસારક બળ સમાન હોવાથી રજકણો સજ્જડ વળગી રહેતી નથી, તેમજ અવકાશ સંબંધાકર્ષણ બીજકુત્ર હોતું નથી, પણ પ્રતિસારક બળ હોવાને લીધે તેની રજકણો ફેલાઈ જઈને પદાર્થનું કદ વધારે છે.

પ્ર૦ કઈ ઉપાધિને લીધે પદાર્થમાં રૂપાંતર થાય છે તે સમજાવો.

ઉં ગરમીને લીધે પદાર્થની સ્થિતિમાં ફેરફાર થાય છે. ધન પદાર્થને ગરમી લાગવાથી તેનાં રજકણોમાં રહેલું સંબંધાકર્ષણ બળ ઘટી જાય છે. અને તેમ થવાથી તે પ્રવાહીરૂપ ધારણ કરે છે. એ સ્થિતિમાં આવ્યા પછી વિશેષ ગરમી આપવાથી સંબંધાકર્ષણ બળ નાશ પામી પ્રતિસારક બળ વધતું જાય છે તેથી તે વાયુરૂપ સ્થિતિ કરે છે. બરફ ધન પદાર્થ છે, તેને ગરમી આપવાથી પ્રવાહીરૂપ

થઈ જાય છે અને વધારે ગરમી આપવાથી તે ખાણીની વરાળ થઈ જાય છે.

પ્ર. સહેલાઈથી ત્રણે રૂપમાં આવે તેવા પદાર્થ ગણાવો.

ઉ. ઘી, પાણી, મીણ, ગંધક, લાખ, ડામર વગેરે.

પ્ર. એવાં કયા પદાર્થો છે કે જેનાં ત્રણે રૂપો થતાં આપણે જોઈ શકતા નથી.

ઉ. કામળ, ધાસ, કપડું, લાકડું વગેરે.

## ૨. પદાર્થના ગુણ.

પ્ર. પદાર્થમાં રહેલા ગુણના કયા બે વર્ગ પાડેલા છે ?

ઉ. વિશેષ ગુણ અને સામાન્ય ગુણ.

પ્ર. વિશેષ ગુણ કોને કહેવાય ?

ઉ. જે ગુણ અમુક અમુક પદાર્થોમાંજ જોવામાં આવે છે તે વિશેષ ગુણ. જેમકે કડવાટનો ગુણ અરીણ, કવીનાઈન, લીમડાનાં પાન વગેરેમાં હોય છે; અને પારદર્શકપણું એ ગુણ કાચ, પાણી, હવા વગેરેમાં હોય છે. તેજ પ્રમાણે તીખાશ, ખારાટ, ખરખમકા-પણું વગેરે વિશેષ ગુણો છે.

પ્ર. સામાન્ય ગુણ કોને કહેવાય ?

ઉ. જે ગુણ દુનિઆના સઘળા પદાર્થોને એક સરખી રીતે લાગુ પડે છે તેને સામાન્ય ગુણ કહે છે.

પ્ર. પદાર્થમાં રહેલા સામાન્ય ગુણો ગણાવો.

ઉ. (૧) જગા રોકવાનો, (૨) વિસ્તારપણું, [૩] ઊંચાણપણું,

[૪] સ્થિતિસ્થાપકતા, (૫) ભાર કે વજન, (૬) જડત્વ અને (૭) અવિનાશીપણું.

પ્ર૦ પદાર્થ અવકાશ રોકે છે તે સમજાવો.

ઉ૦ એક ચોપડીએ જે જગા - રોકી હોય છે તે જગા એકજ વખતે બીજી ચોપડી અથવા બીજી વસ્તુ રોકી શકે નહિ.

પ્ર૦ પદાર્થમાં વિભાજ્યપણાનો ગુણ છે તે સમજાવો.

ઉ૦ પદાર્થના કાપીને, કચરીને કે એવીજ કેટલાંપણુ ક્રિયા વડે નાના ભાગ કરી શકીએ છીએ, એ નાના ભાગને પદાર્થની રજકણો કહે છે. એ રજકણો અસંખ્ય આણુની બનેલી હોય છે, વળી એ આણુઓના પણ યાંત્રિક સાધનો વડે બહુ સૂક્ષ્મ વિભાજો કરી શકાય છે. એ છેવટના વિભાગને પરમાણુ કહે છે. હાલના વિદ્વાનોના મન પ્રમાણે પરમાણુઓના પણ વિભાગ થઈ શકે છે તેને ઇલેક્ટ્રોન કહે છે.

પ્ર૦ છિદ્રાણુપણાનો ગુણ સમજાવો.

ઉ૦ રજકણો એક બીજા સાથે સંબંધાકર્ષણ બળ વડે જોડાય છે. તે વખતે તેમની વચ્ચે પદાર્થના સ્વરૂપ પ્રમાણે થોડો ઘણો અવકાશ રહી જાય છે. એ અવકાશ એજ છિદ્રો છે. વાદળા, ખનિજ કોલસો, વગેરે પદાર્થોમાં રહેલા છિદ્રો નરી આખે જોઈ શકાતાં નથી. પરંતુ સોનું, રૂપું વગેરે ધાતુઓમાં રહેલાં છિદ્રો જોઈ શકાય છે. તથાપિ તેઓમથી યાંત્રિક સાધનો વડે પ્રવાહીઓ અને વાયુરૂપી પદાર્થો બહાર કાઢી શકાય છે, તેથી તે છિદ્રાણુ સામીત થાય છે. વળી પાણી વગેરે પ્રવાહીઓમાં ખાંડ વગેરે બીજા પદાર્થો ઓગળવા છતાં તે પ્રવાહીઓનું કદ વધતું નથી, કારણકે તેમાં રહેલાં છિદ્રોમાં ખાંડ વગેરેની રજકણો દાખલ થઈ જાય છે.

પ્ર૦ પદાર્થમાં રહેલો સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ સમજાવો.

ઉ૦ જે ગુણ વડે પદાર્થો દાખ્યા પછી, અમળાયા પછી અથવા એવ્યા પછી રૂપાંતર કરનારે જળ જતું રહેવાથી પોતાના મૂળ રૂપમાં અથવા કદમાં પાછા આવી શકે છે. તેને સ્થિતિસ્થાપકતા કહે છે. નેતર, વાદળી, ઘડીઆળની કમાન, રબર વગેરેમાં રહેલો સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ નજરે જોઈ શકીએ છીએ; પરંતુ એ ગુણ દરેક પદાર્થમાં રહેલો છે, તે પ્રયોગદ્વારા સાબીત થઈ શકે છે. ઉદા૦ તદ્દન સખાટ આરસના પૃષ્ઠ ઉપર તેલ ચોપડી તેના ઉપર હાથીદાંતનો સફાઈદાર ગોળો જોડથી પછાડવામાં આવે, અને ગોળો ઉછળ્યા પછી તરતજ તેને પકડી લઈ તપાસીએ તો ગોળો સંપૂર્ણ ગોળ માલમ પડશે પણ ગોળાના પૃષ્ઠ ઉપર ઘણા ભાગમાં તેલ ચોટિલું માલમ પડશે, જે ગોળામાં સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ ન હોત તો એકજ બિંદુને તેલ લાગત.

પ્ર૦ દરેક પદાર્થમાં ભાર છે તે સમજાવો.

ઉ૦ પૃથ્વી દરેક વસ્તુને રજકણુના પ્રમાણમાં પોતાના તરફ ખેંચે છે તે ખેંચાણને લીધે દરેક પદાર્થમાં ભાર જોવામાં આવે છે.

પ્ર૦ જડત્વ ગુણ સમજાવો.

ઉ૦ સ્થિર પદાર્થ પોતાની મેળે ગતિમાં આવી શકતો નથી, તેમજ ગતિમાન પદાર્થ પોતાની મેળે સ્થિર થઈ શકતો નથી એ ગુણને પદાર્થનો જડત્વ ગુણ કહે છે. ગતિવાળો પદાર્થ પોતાની મેળે સ્થિર થતો આપણે જોઈએ છીએ, પરંતુ વાસ્તવિક રીતે તેને બહારની ગુરુત્વાકર્ષણ, વાતાવરણ, જમીનના પૃષ્ઠનું ખરબચડાપણું વગેરે ઉપાધિઓ નડે છે. તેથીજ પદાર્થ સ્થિર થઈ જાય છે.

પ્ર૦ પદાર્થનો અવિનાશીપણાનો ગુણ સમજાવો.

ઉ૦ નાસતો વિચતે માવો નામાવો વિચતે સતઃ એટલે ક્રાઇ પદાર્થ ઉત્પન્ન કરી શકાતો નથી, તેમજ તેનો નાશ પણ કરી શકાતો નથી એ કુદરતનો નિયમ છે; પદાર્થને નાશ પામતો આપણે જોઇએ છીએ તે તેનો વાસ્તવિક રીતે નાશ નથી, પરંતુ તેનું રૂપાંતર માત્ર છે. પાણીમાં મીઠું નાખવાથી ઓગળી જઇ અદૃશ્ય થાય છે. પણ પછી તેજ પાણીને તપાવી વરાળ રૂપે ઉડાવી દેવાથી ઓગળેલું મીઠું પાછું મેળવી શકાય છે. તેમજ હરક્રાઇ વસ્તુ બળી જવાથી, કાઢી જવાથી કે હરક્રાઇ રીતે નાશ પામતી જોઇએ છીએ, પણ ખરે જોતાં તે નાશ ન પામતાં તેનાં દ્રવ્યો અદૃશ્ય સ્વરૂપમાં આવી હવામાં બળી જાય છે.

### ૩. બળ અને બળોનું સમતોલપણ.

પ્ર૦ બળ એટલે શું ?

ઉ૦ જે ઉપાધિ વડે સ્થિર પદાર્થ ગતિમાં આવે છે, અથવા ગતિવાળા પદાર્થ સ્થિર થાય છે, તે ઉપાધિને બળ કહે છે.

પ્ર૦ સ્થિર પદાર્થ કાને કહેવાય ?

ઉ૦ જે પદાર્થ આસપાસની વસ્તુઓના સંબંધમાં પોતાનું સ્થળ બદલતા નથી તેને.

પ્ર૦ ગતિવાળા પદાર્થ કાને કહેવાય ?

ઉ૦ જે પદાર્થ આસપાસની વસ્તુઓના સંબંધમાં પોતાનું સ્થળ બદલે છે તેને.

પ્ર૦ સ્થિર પદાર્થો પણ વાસ્તવિક રીતે જોતાં ગતિમાન છે એમ સાચી કહેવાય છે ?

ઉં પૃથ્વી ધણી ઝડપથી સૂર્યની આસપાસ ફરે છે, તેથી તેના સંબંધમાં રહેલા તમામ પદાર્થો પણ સૂર્યની આસપાસ ફરે છે.

પ્રં ગતિવાળા પદાર્થોને અટકાવનાર કંઈ ઉપાધિઓ છે ?

ઉં પૃથ્વીનું ખેંચાણ, જમીનની સપાટીનું ખરબચડાપણું અને વાતાવરણ.

પ્રં પૃથ્વીનું ખેંચાણ ગતિવાળા પદાર્થોમાં કેવી રીતે વિકાર કરે છે ?

ઉં હરકોઈ પદાર્થોને ઉંચે ફેંકીએ છીએ ત્યારે પૃથ્વીના ખેંચાણને તથા વાતાવરણના અટકારને તોડીને આપણા બળની અસરને લીધે તે પદાર્થ ઉંચે જાય છે; પરંતુ જેમ જેમ ઉંચે જાય છે તેમ તેમ આપેલી ગતિ ઓછી થઈ છેવટે અટકાવની ઉપાધિ તથા બળ સમ-તોલપણામાં આવે તે વખતે પદાર્થ સ્થિર થઈ જાય છે, પછી ઉપાધિઓનું બળ વધવાથી પદાર્થ નીચે આવતો જાય છે.

પ્રં બળ વાપર્યા છતાં તેની અસર ક્યારે માલમ પડતી નથી ?

ઉં પ્રતિરોધ એટલે અટકાવ વધારે હોય ત્યારે, અને સામસામી દિશામાં સરખાં બળ લાગ્યાં હોય ત્યારે.

પ્રં બળ વાપર્યા છતાં તેની અસર માલમ પડતી ન હોય તે દાખલો આપી સમજાવો.

ઉં માડીના એન્જિનને આપણે સાધારણ બળથી અટકાવી શકતા નથી તેથી બળ કરવા છતાં તેની અસર માલમ પડતી નથી; કારણકે આપણા બળ કરતાં દિવાલમાં પોતાની સ્થિતિમાં ટકી રહેવાનું બળ વધારે હોવાથી અસર જણાતી નથી.

પ્રં બળોનું સમતોલપણું એટલે શું ?

ઉં જુદી જુદી દિશામાં લાગેલાં બળની અસર જણાય નહિ, અને પદાર્થ સ્થિર રહે તેને બળોનું સમતોલપણ કહે છે.

પ્ર૦ સામસામી દિશામાં લગાડેલાં સમાન બળ પદાર્થ ઉપર કંઈ પણ અસર કરી શકતાં નથી તે દાખલા આપી સમજાવો.

ઉં દોરકું ખેંચવાની રમતમાં જો બંને બાબુએ સરખા બળવાળા છેકરા હોય તો દોરકું સ્થિર રહી બળોની કંઈ પણ અસર માલમ પડતી નથી; પણ જો એક બાબુનું બળ કમી હોય તો વધારે બળ તરફ દોરકું ખેંચાઈ જાય છે.

## ૪ ઢાળ.

પ્ર૦ ઢાળ કાને કહે છે ?

ઉં ત્રાંસા ચઢાવને ઢાળ કહે છે.

પ્ર૦ વ્યવહારમાં ઢાળનો ઉપયોગ ક્યાં થતો જોવામાં આવે છે ?

ઉં સીડીઓ, દાદર, અથવા ટેકરા કે કુંબર ઉપર ચડવાના ત્રાંસા રસ્તા એ ઢાળ કે ઢાળનાં રૂપાંતર છે.

પ્ર૦ સાદાં ચંત્રના કયા કયા પ્રકાર છે ?

ઉં ઢાળ કે ચઢાવ. ફાચર અને પેચ એવા ત્રણ પ્રકાર છે.

પ્ર૦ ઢાળની રચના સમજાવો ?

ઉં એક લીસી ચપટી સપાટી હોઈ આડી સપાટી જોડે વાંક કરી અમુક ખુણા કરે છે તેથી ઢાળ બને છે. ઢાળમાં લીસી સપાટીને લંબાઈ, આડી સપાટીને પાંચો કહે છે. એ બે સપાટીના વચ્ચેના ખૂણા સામેની બાજુ તે ઢાળની ઉંચાઈ છે.

પ્ર૦ ઢાળથી થતો નફો તુકસાન સમજાવો ?



ઉં સીધા ચઢાવ ઉપર ભારે વજન ચઢાવવું મુશ્કેલ પડે છે, પરંતુ ઢાળની મદદથી સહેલાઈથી અને થોડે બળે ચઢાવી શકાય છે. જેમ જેમ પાયા અને ઢાળની વચ્ચેનો ખૂણો નાનો તેમ યાંત્રિક લાભ વધારે થાય છે, અને ખૂણો મોટો તેમ યાંત્રિક લાભ ઓછો મળે છે.

પ્ર૦ ઢાળ ઉપર બળ કઈ રીતે લગાડાય છે ?

ઉં ઢાળને સમાન્તર અને પાયાને સમાન્તર.

પ્ર૦ એ બે રીતોમાંની કઈ રીત નુકસાનકારક છે, અને તે કી રીતે તે સમજાવો ?

ઉં જ્યારે ઢાળ ઉપર ચઢાવવાનું વજન પાછળથી હડસેલવામાં આવે છે ત્યારે, એટલે બળ પાયાને સમાન્તર લગાડીએ છીએ ત્યારે કેટલુંક બળ નકામું જાય છે. આથી નુકસાન થાય છે; આપણે પીપ વગેરે ઢાળ ઉપર ચઢાવાએ છીએ ત્યારે કેટલુંક બળ નકામું જાય છે; પરંતુ ચઢાવવાનું વજન આગળથી ખેંચવામાં આવે છે એટલે ઢાળને સમાન્તર બળ લાગે છે ત્યારે બળ નકામું જતું નથી. ઘોડા કે બળદ ગાડી ખેંચે છે તેવારે એમ બને છે.

પ્ર૦ વાસ્તવિક રીતે યાંત્રિક શક્તિમાં નફો નુકસાન થતું નથી આ નિયમ ઢાળને લાગુ પાડી બતાવો.

ઉં ઢાળ ઉપર થોડે બળે ભારે વજન ચઢાવી શકાય છે, પરંતુ વધારે અંતરમાં કામ કરવું પડે છે. આથી બળમાં જેટલો ભાગ થાય છે તેટલો અંતરમાં ટોટો થાય છે.

પ્ર૦ “અંતરમાં જેટલો ટોટો થાય છે તેટલો બળમાં લાભ મળે છે.” એ નિયમ હાથલા આપી સમજાવો.

દા. ૧. ઢાળની લંબાઈ ૪૦ ફુટ હોય અને ૧૦ શેર વજન ૪ ફુટ ઉંચું ચઢાવવાનું હોય તો કેટલી શક્તિ વાપરવી જોઈએ ?

ઉં ઢાળની લંબાઈના દશમા ભાગ જેટલી ઉંચાઈ હોવાથી ઉંચકવાના વજનના દશમા ભાગ જેટલી શક્તિ વાપરવી પડશે એટલે ૧૦ શેર વજન સમતોલ રાખવા માટે ૧ શેર શક્તિ બસ થશે.

દા. ૨. ઢાળની લંબાઈ ૧૦ ફુટ, ઉંચાઈ ૫ ફુટ હોય તો ૩ શેર બળ કેટલું વજન સમતોલ રાખશે.

ઉં ઉંચાઈ કરતાં ઢાળની લંબાઈ ચાર ઘણી છે માટે શક્તિ કરતાં ૪ ઘણું વજન સમતોલ રહેશે. એટલે ૩ શેર શક્તિથી ૧૨ શેર વજન સમતોલ રહેશે.

દા. ૩. ઢાળની મદદથી ૪ ફુટની ઉંચાઈએ ૫ શેર શક્તિ વડે ૨૫ શેર વજન ચઢાવવું હોય તો ઢાળની લંબાઈ કેટલી હશે ?

ઉં આમાં શક્તિ અને વજન વચ્ચે  $૫=૨૫$  એટલે  $૧=૫$  પ્રમાણ છે. માટે ઉંચાઈ સાથે ઢાળની લંબાઈનું પ્રમાણ પણ  $૧=૫$  હોવાનું તેથી ૪ ફુટની ઉંચાઈ માટે ઢાળની લંબાઈ ૨૦ ફુટ હોવી જોઈએ.

પ્રં ઉપરના દાખલાઓ ઉપરથી નીચળતા સામાન્ય નિયમ લખો.

ઉં ટીપ નિયમ:—ઉંચાઈ  $\times$  વજન=શક્તિ  $\times$  ઢાળની લંબાઈ.

ટીપ—બળ જ્યારે પાયાને સમાન્તર લાગે છે તે વખતે નિચેના નિયમ લાગુ પડે છે.

પાયા  $\times$  બળ=ઉંચાઈ  $\times$  વજન.

## ૫. ફાયર અને પેચ.

પ્રં ફાયરની રચના સમજાવો.

ઉં લંબ એક સીધી લીટીમાં આવે અને પાયા મળી બંધ એવી

સ્થિતિમાં બે ઢાળ જોડવાથી ફાયર બને છે. આથી ફાયરમાં તીર-  
કસ ઉંચાઈ એ ઢાળની લંબાઈ છે. ફાયરના મથાળાનું અર્ધ તે  
લંબ છે, અને ઉંચાઈની લંબાઈ તે પાયો છે,

પ્ર૦ ફાયરની યાંત્રિક શક્તિનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ થતો ક્યા  
જોવામાં આવે છે ?

ઉ૦ છીણા, કોઢાળા, કુદાડા, ફરસીઓ, ચપ્પુ વગેરે તમામ ધાર-  
વાળાં ઓળવેલા ફાયરનાં રૂપ છે.

પ્ર૦ ઢાળ અને ફાયરના ઉપયોગમાં શા ફેર છે ?

ઉ૦ ઢાળ પોતે સ્થિર રહી વજન તેના ઉપર ખસે છે; પરંતુ  
ફાયરમાં ફાયર બને ખસી જમીન સ્થિર રહે છે.

પ્ર૦ ફાયર ઉપર બળ કયે પ્રકારે લાગે છે ?

ઉ૦ ફાયરની તીરકસ લંબાઈને સમાન્તર ન લાગતાં બળ પાયાને  
સમાન્તર લાગે છે.

પ્ર૦ ફાયર વડે યાંત્રિક લાભ કેવી રીતે મેળવી શકાય છે ?

ઉ૦ ફાયરમાં બળ પાયાને સમાન્તર લાગે છે તેથી કેટલુંક બળ  
નકામું જાય છે, તોપણ યાંત્રિક લાભ તો મળે છે જ.

નિયમ—પાયો  $\times$  શક્તિ = વજન  $\times$  મથાળાનું અર્ધ.

પ્ર૦ કેવી રચનાવાળી ફાયરથી વધારે લાભ મેળવાય છે ?

ઉ૦ ઢાળમાં પાયા સાથે ઉંચાઈનું પ્રમાણ વધવાથી લાભ વધારે  
મળે છે તેથી આમાં પણ છીણીનું માથું જેમ સાંકડું અને પાયો  
લાંબો તેમ લાભ વધારે મળે છે.

પ્ર૦ ઢાળના રૂપાંતરથી કઈ કઈ યાંત્રિક શક્તિઓ બને છે ?

ઉ૦ ફાયર અને પેચ અથવા ફેર,

પ્ર૦ પેચની રચના સમજાવો.

ઉં કાગળનો કાટખુણુ ત્રીકાણુ કાપી કાઢી તેની ત્રાંસી બાણુ એટલે ઢાળને શાહી ચોપડી તેની ઉંચાઇ સીસાપેન સાથે રાખી આખો ત્રીકાણુ સીસાપેન ઉપર વીંટાળીએ તો ઢાળનો કાળો દોરો વચ્ચે આંસે ગોળને ગોળ ચઢતાં મરોડી જેવો દેખાય છે એ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે રકુના દોરો એ ઢાળની લંબાઇ, અને આસવાળા ભાગની ઉંચાઈ તે ઢાળની ઉંચાઇ છે.

પ્ર૦ પેચનો વ્યવહારમાં થતો ઉપયોગ સમજાવો.

ઉં શેરડી પીલવાના કોલુમાં તેમજ પુસ્તકો છાપવાના અને બાંધવાના સંચાઓમાં પેચ વપરાય છે. રૂની ગાંસડીઓ બાંધવામાં તથા ભારે વજન ઉંચકવામાં પણ પેચનો ઉપયોગ થાય છે. પાટા ઉપરથી ઉતરી પડેલાં વરાળચત્રોને ઉંચકીને પાટા ઉપર ચઢાવવાને તથા એટલું ધર ઉંચકીને સીધું કરવાને દુમકલાસ વપરાય છે તે પણ પેચજ છે. ચોકડું અથવા ખીજ કોઇ વસ્તુ સજ્જડ કરવાને વપરાતા રકુ એ પેચ છે.

પ્ર૦ પેચના પ્રકાર કહો.

ઉં નરપેચ અને માદાપેચ, કક્ષામાં ખીલી બાલીએ છીએ તે નરપેચ, અને ખીલી રહેવાનું અંદર પસીઆરૂં હોય છે તે માદાપેચ.

પ્ર૦ પેચ વડે વધારે લાભ શી રીતે મેળવાય ?

ઉં પેચમાં જેમ દોરાની સંખ્યા વધારે હોય, અને એ દોરા વચ્ચેનું અંતર ઓછું હોય તેમ પેચ વધારે લાભદાયક છે.

પ્ર૦ પેચના દોરા કેટલી જાતના છે: અને તે કયા કયા ?

ઉં એ જાતના છે, ધારવાળા અને છુદ્ધા.

પ્ર૦ ધારવાળા દોરાના પેચ અને છુદ્ધા દોરાના પેચના વપરાશમાં શો ફેર છે ?

ઉં ધારવાળા દોરાના પેચને પસિઆરાની [ માદા પેચ પાડી રાખવાની ] જરૂર પડતી નથી, કેમકે તે પેચ પોતાની મેળે જગા કરી લે છે; પણ બુદ્ધા દોરાવાળાં પેચને પસિઆરાની જરૂર પડે છે, કેમકે તે દોરા પોતાની મેળે જગા કરી લેતા નથી, ધારવાળા પેચ સારા ગણાય છે,

પ્ર૦ ઢાળ અને પેચના ઉપયોગનો મુકામનો કરો.

ઉં ઢાળમાં જેમ પાયા સાથે હિંચાઈનું પ્રમાણ વધારે હોય તેમ યાંત્રિક લાલ વધારે મેળવી શકાય છે. તેથી જે પાચો લખિા હોઈ હિંચાઈ ઓછી હોય તે વધારે ઉપયોગી થાય છે; તેજ પ્રમાણે પેચ-માં પણ દોરાની સંખ્યા હિંચાઈના પ્રમાણમાં વધારે હોય તેમ તે વધારે ઉપયોગી.

પ્ર૦ ઢાળ. ફાયર અને પેચમાં વજન કયે સ્થળે રહે છે ?

ઉં ઢાળ સ્થિર રહે છે અને તેની લંબાઈ ઉપર વજન ખસે છે; ફાયરમાં પદાર્થ સ્થિર રહે છે, અને ફાયર તેમાં પ્રવેશ કરી ગતિમાન થાય છે, અને પેચમાં વજન પેચના દોરા ઉપર [ ઢાળની લંબાઈએ ] રહી શકતું નથી, પણ પેચની ઉપર અથવા નીચે રહે છે.

પ્ર૦ પેચમાં બળ અને વજનનું પ્રમાણ બતાવનારો નિયમ કહો.

ઉં બળને આંટા વચ્ચેનાં આંતરોનો સરવાળો  $\times$  વજન = સ્કૂની લંબાઈ  $\times$  બળ.

પ્ર૦ યાંત્રિક શક્તિઓ ગણાવો.

ઉં ઉચ્ચાલન, ગરગડી, રેંટ, ઢાળ, ફાયર અને પેચ.

પ્ર૦ એ સર્વમાં કયું યાંત્રિક શક્તિ વિશેષ લાલકારક છે ?

ઉં ગરગડી. કેમકે છુટી ગરગડીઓ વાપરી વજન હિંચે લેતાં હર એક છુટી ગરગડીથી વજન કરતાં અર્ધું બળ વાપરવું પડે છે.

પ્ર૦ હાજર અને ફાયર એ બેમાંથી કયું ગાત્રિક શક્તિ વડે લાભ વધારે મેળવાય ?

ઉ૦ ફાયર એ હાજરનું રૂપાંતરણ છે, પરંતુ હાજર ઉપર બળ એ પ્રકારે લગાડાય છે (૧) હાજરને સમાન્તર અને (૨) પાયાને સમાન્તર. આ બે રીતોમાંની બીજી રીતમાં ફેટલુંક બળ નકામું જાય છે, તેથી પહેલી રીત લાભકારક છે. હાજરમાં બળ પાયાને સામાન્તર લાગે છે તેથી તેમાં પણ ફેટલુંક બળ નકામું જાય છે. માટે હાજરમાં બે પાયાને સમાન્તર બળ લગાડવામાં આવે ત્યારે તો હાજર અને ફાયર વડે સરખાજ લાભ મેળવાય છે; પરંતુ હાજરને સામાન્તર બળ લાગે ત્યારે ફાયર કરતાં હાજરથી વધારે લાભ મળવાય છે.

## ૬. ગુરૂત્વાકર્ષણ.

પ્ર૦ ગુરૂત્વાકર્ષણ એટલે શું ?

ઉ૦ જે બળ વડે પૃથ્વી દરેક વસ્તુને પોતાના તરફ ખેંચે છે એ બળને ગુરૂત્વાકર્ષણ કહે છે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વાકર્ષણ ક્યા ક્યા પદાર્થોમાં હોય છે ?

ઉ૦ સર્વ પદાર્થોમાં રજકણના પ્રયાણમાં એક બીજાને ખેંચવાનું બળ છે, વધારે રજકણવાળો પદાર્થ ઓછા રજકણવાળા પદાર્થને પોતાના તરફ ખેંચે છે. પદાર્થ પૃથ્વીને ખેંચે છે, અને પૃથ્વી પદાર્થને ખેંચે છે, પરંતુ પદાર્થમાં ઘણીજ થોડી રજકણો હોય છે, તેથી તેના ખેંચાણની અસર નાશ પામે છે, અને પૃથ્વીનું ખેંચાણ વધી જવાથી પદાર્થ જમીન ઉપર પડે છે.

પ્ર૦ પદાર્થોમાં ક્યારે ક્યાથી ઉત્પન્ન થાય છે ?

ઉં ગુરુવાકર્ષણને લીધે પદાર્થ પૃથ્વી ઉપર પડવાનું વલણ કરે છે, પરંતુ એને પડી જતો રોકવા માટે બળ વાપરવું પડે છે, તેથી પદાર્થમાં ભાર ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ ગુરુવાકર્ષણ બળ ન હોય તો શું પરિણામ આવે ?

ઉં એ બળ ન હોત તો કોઈ પણ વસ્તુમાં ભાર હોત નહિ, જેથી મનુષ્યો, પ્રાણીઓ, પથરા, ઘરો, નદીઓ, સરોવર અને મહા-સાગરો એમાંનું કશું પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર રહી શકત નહિ. વળી પૃથ્વી પણ ગુરુવાકર્ષણને લીધેજ પોતાની સ્થિતિમાં રહી છે.

પ્ર૦ ગેલિલીઓ નામે વિદ્વાને ગુરુવાકર્ષણનો કયો નિયમ સિદ્ધ કર્યો છે ?

ઉં પદાર્થ હલકો હોય કે ભારે હોય તોપણ તેની દરેક રજ-કણ ઉપર પૃથ્વીનું આકર્ષણ સમાન થાય છે, જેથી વધારે રજકણ-વાળા પદાર્થને પૃથ્વી વધારે બળથી અને ઓછી રજકણવાળા પદાર્થને ઓછા બળથી ખેંચે છે. એ કારણથી બધા પદાર્થો એકજ વખતે સરખા અંતરમાં નીચે પડશે.

પ્ર૦ ગેલિલીઓએ એ નિયમ સાબીત કરવા કરેલો પ્રયોગ સમજાવો.

ઉં એક કાચની નળીમાંથી હવા ખેંચી લઈ તેને મથાળેથી સિક્કો અને પીછું સાથે નીચે નાખ્યાં, તો તે બેઉ વસ્તુ એકી વખતે નળીને તળીએ જઈ પડી.

પ્ર૦ હવાવાળી જગામાં પીછું અને સિક્કો સાથે નાખતાથી શું પરિણામ આવે છે તે સફારણ સમજાવો.

ઉં પીછામાં રજકણો ઓછી હોઈ તેના ઉપર ઓછું આકર્ષણ થાય છે, અને સિક્કામાં રજકણો વધારે હોઈ તેના ઉપર આકર્ષણ વધારે થાય છે. આથી બંને વસ્તુ ગેલિલીઓના નિયમ પ્રમાણે

સાથે નીચે પડવી જોઈએ; પરંતુ પીઠાનું કદ રજકણના પ્રમાણમાં સિક્કાથી મોટું હોય છે, તેથી હવાનો અંતરાય તેને વધારે નડે છે, આથી સિક્કો પહેલો પડે છે અને પીઠું પછી પડે છે.

પ્ર० ગુરુત્વાકર્ષણનો સામાન્ય નિયમ શો છે ?

ઉ० પદાર્થની રજકણોના સમૂહના સમ પ્રમાણમાં અને અંતરના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં આકર્ષણ થાય છે. એટલે જેમ રજકણો વધારે તેમ આકર્ષણ વધારે, અને રજકણો ઓછી તેમ આકર્ષણ ઓછું; પણ જેમ અંતર ઓછું તેમ આકર્ષણ વધારે, અને અંતર વધારે તેમ આકર્ષણ ઓછું થાય છે. ઉદા० ૧૦૦૦૦ રજકણોવાળા પદાર્થ કરતાં ૨૦૦૦૦ રજકણોવાળા પદાર્થ ઉપર બમણું આકર્ષણ થાય છે, પરંતુ જે મૈક્કને અંતરે રહેલા પદાર્થ ઉપર નવમા ભાગનું આકર્ષણ થાય છે.

પ્ર० અંતરના કારણથી વસ્તુનું વજન ઘટે છે તે સમજાવો.

ઉ० પૃથ્વીની સપાટી ઉપર એક પદાર્થનું જેટલું વજન થાય તેના કરતાં પર્વતને મથાળે જઈ તોળવાથી તેનું વજન ઘટે છે. એજ પ્રમાણે એથી હિંચે જઈએ તો તેથી પણ વજન ઘટે. પૃથ્વી ઉપર જે પદાર્થનું વજન છ શેર થાય છે તેનુંજ ચંદ્ર ઉપર એક શેર થાય.

પ્ર० વિષુવવૃત્ત ઉપર તોળેલો પદાર્થ ધ્રુવ પ્રદેશમાં ચાંપના કાંઠાથી તોળતાં વધારે થાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ० પૃથ્વી વિષુવવૃત્ત આગળ પુલેલી હોઈ બંને ધ્રુવ આગળ ચપટી છે, તેથી ધ્રુવ પ્રદેશ પૃથ્વીના મધ્યત્રિંદુની પાસે હોવાથી આકર્ષણ વધારે થાય છે તેથીજ પદાર્થ વિષુવવૃત્ત કરતાં લાંબારે થાય છે. પૃથ્વીના પૂર્વ પશ્ચિમ વ્યાસ કરતાં ઉત્તરદક્ષિણ વ્યાસ ૨૬ મૈલ ઓછો છે.



પ્ર० પદાર્થોનું વજન ઘટે તેજ પ્રમાણમાં તોળવાનાં કાટલાંનું વજન પણ ઘટે ત્યારે અંતરને લીધે થતી વજનની વધઘટ શી રીતે માપી શકાય ?

ઉ० કાટલાં વડે જોખવાથી વજનની વધઘટ સમજાતી નથી, પરંતુ ચાંપના કાંટા વડે જોખવાથીજ એ વધઘટ સમજાય છે.

પ્ર० દરેક પદાર્થ પર પૃથ્વી આકર્ષણ કયે સ્થળેથી કરે છે ?

ઉ० મધ્યમિંદુએથી.

પ્ર० પીછાની અને ધાતુની અકેક રજકણુ લઈ તેનું વજન સરખાવો.

ઉ० સર્વ પદાર્થોની રજકણોને પૃથ્વી સરખા બળથીજ ખેંચે છે માટે તેમનું વજન સમાન થાય છે.

પ્ર० ત્યારે કાષ્ઠ પદાર્થ ભારે અને કાષ્ઠ હલકા જોવામાં આવે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ० રજકણો ગોઠવાઈને પદાર્થો બને છે. તે વખતે તેમાં કંઈક અંતર રહી જાય છે. ( પદાર્થ માત્ર ઊદ્ભવ્ય છે એ બાબત પૂર્વે આવી ગઈ છે. ) એ અંતર જુદા જુદા પદાર્થોમાં જુદું જુદું હોય છે. તેથી રજકણો સમાન છતાં પણ કદ સમાન થતાં નથી, અને ભારે કે હલકાપણાનો મુકાબલો તો સમાન કદના પદાર્થોનેજ કરવામાં આવે છે, તેથી વજન ઓછુંવતું થાય છે.

પ્ર० હીજન અથવા કોલગ્યાસ એ પદાર્થ છે એટલે તેમાં વજન તો છેજ, તોપણ તે પૃથ્વી ઉપર ન પડતાં હોય કેમ જાય છે? ( એના ઉપર આકર્ષણથી અસર કેમ થતી નથી ? )

ઉ० હવા કરતાં એ વાયુઓ હલકા છે, તેથી હવા તેમને પોતાના ઉપર તારવી રાખે છે. જો હવા ન હોય તો એ વાયુઓ પૃથ્વીના આકર્ષણને લીધે સપાટી ઉપર રહી શકે. જેમ પાણી ઉપર જાય તરે છે, પરંતુ પાણી કાઢી લેવાથી નીચે ખેંસે છે તેમ.

## ૭. ગુરૂત્વમધ્યખિંદુ.

પ્ર૦ ગુરૂત્વમધ્યખિંદુ એટલે શું ?

ઉ૦ જે ખિંદુએ ટેકા રાખ્યાથી પદાર્થ સમતોલ રહે તે ખિંદુને પદાર્થનું ગુરૂત્વમધ્યખિંદુ કહેવાય.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ એટલે શું ?

ઉ૦ ભાર.

પ્ર૦ પદાર્થનું ગુરૂત્વમધ્યખિંદુ શોધી કાઢવાની રીત કહો.

ઉ૦ પદાર્થને એક છેડેથી દોરી વડે લટકાવીએ તે છેડામાંથી પદાર્થ પર એક ઉભી લીટી દોરો, તેને બીજે છેડેથી ટાંગી બીજી ઉભી લીટી દોરો, ગુરૂત્વમધ્યખિંદુ એ બંને લીટીઓમાં હોવું જોઈએ, અને જે ખિંદુએ તેઓ એકમેકને છેદે છે, તેજ તેમનું સામાન્યખિંદુ છે, માટે એ પદાર્થનું ગુરૂત્વમધ્યખિંદુ છે અથવા પદાર્થને બુદ્ધે બુદ્ધે સ્થળે આંગળી ઉપર સમતોલ રાખી જોતાં જે ખિંદુએ સમતોલ રહે તે પદાર્થનું ગુરૂત્વમધ્યખિંદુ સમજવું.

પ્ર૦ ગુરૂત્વરેષા કોને કહેવાય ?

ઉ૦ પદાર્થના મધ્યખિંદુમાંથી પૃથ્વી ઉપર જે લંબ લીટી દોરવામાં આવે તેને ગુરૂત્વરેષા કહે છે.

પ્ર૦ પાયો કોને કહેવાય ?

ઉ૦ પદાર્થનો જેટલો ભાગ પૃથ્વીની સપાટીને અડકે તેને પાયો કહે છે. જેમ પાયો મોટો તેમ તેને પડવાની દહેશત ઓછી.

પ્ર૦ બુદ્ધ બુદ્ધ પદાર્થોમાં ગુરૂત્વમધ્યખિંદુ ક્યાં હોય છે ?

ઉ૦ કેટલાક પદાર્થો તેના મધ્યખિંદુએ સમતોલ રહે છે માટે તેમાં પદાર્થનું મધ્યખિંદુ તેજ તેનું ગુરૂત્વમધ્યખિંદુ, કેટલાક પદાર્થોમાં

તેના મધ્યાબ્દ સિવાય પૃથ્માં કોઇ પણ સ્થળે ગુરૂત્વમધ્યમિદુ હોય છે; અને કેટલાક પદાર્થોમાં પદાર્થના પૃથ્ની બહાર પણ ગુરૂત્વમધ્યમિદુ હોય છે.

પ્ર૦ તે દરેકના દાખલા આપો.

ઉ૦ ગ્રાજવાની દાંડીમાં મધ્યમિદુ એજ તેનું ગુરૂત્વમધ્યમિદુ છે; અનિયમિત આકારના પદાર્થમાં તેના પૃથ્ ઉપર ગમે ત્યાં ગુરૂત્વમધ્યમિદુ હોય છે.

પ્ર૦ પદાર્થનું ગુરૂત્વમધ્યમિદુ જણવાની જરૂર શી ?

ઉ૦ ગુરૂત્વમધ્યમિદુમાંથી જનારી ગુરૂત્વવેષા તળીઆ કે પાયાની અંદર કે બહાર પડશે તે પ્રમાણે સપાટ પૃથ્ની ઉપર મૂકેલો પદાર્થ ઉભો રહેશે, અથવા પડી જશે.

પ્ર૦ ગુરૂત્વ મધ્યમિદુનો વ્યવહારમાં ક્યાં ક્યાં ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ૦ મકાનની દિવાલો ચણતી વખતે ગુરૂત્વમધ્યમિદુ પાયાની બહાર ન જતાં અંદર રહે એટલા સારૂ પાયા નીચેથી પહોળા રાખી આગળ જતાં દિવાલો સાંકડો ચણવામાં આવે છે, અને તે સાચવવા માટે કારીગરો ઓળંગાનો ઉપયોગ કરે છે, વળી દીવીનાં તળીઆં પહોળાં રાખે છે તેનો હેતુ પણ એજ છે. કુસ્તી કરનારા લોકો ગુરૂત્વવેષા બે પગની અંદરજ રહે, અને ઝટ પડી ન જવાય તેટલા માટે પગ પહોળા રાખે છે. વળી હાથ ઉપર ચઢતી વખતે આપણે ગુરૂત્વવેષાને રહેવાનો નિયમ સાચવવા સારૂ આગળ નમીએ છીએ, તેમજ ઉતરતી વખતે સહેજ પાછળ નમીએ છીએ. જો એમ ન કરીએ તો આપણે ઝટ પડી જઇએ. એજ પ્રમાણે પીઠ પર બોળે લઇને ચાલતાં આગળ નમવું પડે છે, અને એક હાથમાં વજન લઇને ચાલતાં બાકી હાથ તરફ નમવું પડે છે.

## ૮ અવાજ.

પ્ર૦ અવાજ એટલે શું ?

ઉ૦ કોઈ પદાર્થોના અથડાવાથી, પ્રાણીઓના પોકારવાથી અથવા બીજી કોઈ પણ રીતે હવાને નડતર થઈ તેમાં મોજા ઉત્પન્ન થાય છે. એ મોજાં કાનમાં રહેલા પડદા સાથે અથડાઈ જે ઈન્દ્રિયભ્રમ થાય છે તેને અવાજ, જ્વનિ કે નાદ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ મોજાં કેવી રીતે ગતિ કરે છે ?

ઉ૦ મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે તેમાં વાસ્તવિક રીતે હવા ગતિ કરતી નથી, પરંતુ પોતાને મળેલી ગતિ પામેથી હવાને આપી દઈ પોતે પોતાને રથળેજ રહે છે, અને એજ પ્રમાણે ધક્કો અથવા આંદોલન આગળ પહોંચે છે.

પ્ર૦ અવાજ ક્યારે સાંભળી શકાતો નથી ?

ઉ૦ વાતાવરણ સિવાયની ખાલી જગ્યામાં મોજાં ઉત્પન્ન થતાં નથી તેથી અવાજ સાંભળી શકાતો નથી; અથવા વાતાવરણનાં મોજાંને અંતરાય નડવાથી તે આગળ જઈ શકતાં નથી ત્યારે પણ અવાજ સંભળાતો નથી; અથવા કર્ણેન્દ્રિયમાં કોઈ તરેહની ખામી હોય છે ત્યારે અવાજ સંભળાતો નથી.

પ્ર૦ વાતાવરણમાં અવાજનાં મોજાં ક્યાંથી ઉત્પન્ન થાય છે ?

ઉ૦ પદાર્થોના અથડાવાથી તેમની સર્વ રજકણો ધ્રુજતી ગતિમાં આવે છે. તેથી તેના સંબંધમાં રહેલું વાતાવરણ પણ ધ્રુજતી ગતિમાં આવી મોજાં ઉત્પન્ન કરે છે. જેમકે નગારા ઉપર દાંડા મારીએ છીએ ત્યારે નગારાના આમડાંની રજકણો ધ્રુજતી ગતિમાં આવી તે ધ્રુજારો પાસેના વાતાવરણમાં મોજાં ઉત્પન્ન કરે છે.

પ્ર૦ અવાજની ગતિ દર સેકન્ડે કેટલી હશે ?

ઉ૦ સાધારણ ઉબ્જતામાને સરેરાશ ૧૧૦૦ ફૂટ. હવા જેમ ઘાડી હોય તેમ તેનો વેગ વધારે હોય છે, અને હવા જેમ પાતળી હોય છે તેમ તેનો વેગ કમી થાય છે. હવા કરતાં પ્રવાહી પદાર્થો ઘટ્ટ હોવાથી તેમાં ગતિ ૪ ગણી અને લાકડામાં ૧૦ થી ૧૬ ગણી હોય છે. પાતુઓમાં એથી પણ વધારે ગતિ કરે છે.

પ્ર૦ કર્ણેન્દ્રિય અવાજનાં મોજાં કેવી રીતે ગ્રહણ કરીને આપણને અવાજનું જ્ઞાન કરાવે છે ?

ઉ૦ આપણો બહારનો કાન દેખાય છે તે અવાજનાં મોજાંને એકઠાં કરી કાનના પોલાણમાં થઈ લાંબા નાજુક પડદા સુધી લઈ જાય છે. એ પડદાને મળેલો ધ્રુવરો ગુંચવણ બરેલા માર્ગમાં ગતિ કરી બીજા પડદા સુધી પહોંચે છે અને તે પડદા અંદરના કાન સુધી ગએલો હોય છે. અંદરના કાનમાં પ્રવાહી પદાર્થ રહેલો હોય છે, અને તેનો ત્રીજા પડદા સાથે સંપર્ક હોય છે. એ પડદા આગળ શુમારે ૩૦૦૦ સૂક્ષ્મ ઝાનતંતુઓ હોય છે, તે તંતુઓને મળેલો ધ્રુવરો ઠેઠ મગજ સુધી પહોંચે છે. એથી આપણને અવાજનું જ્ઞાન થાય છે.

પ્ર૦ કેટલાક અવાજ આપણને પ્રિય લાગે છે, અને કેટલાક અપ્રિય લાગે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ વાતાવરણમાં અવાજનાં નિયમિત આદિલન થવાથી સુસ્વર ઉત્પન્ન થાય છે તે પ્રિય લાગે છે, અને એકાએક નબળો આદાત લાગવાથી અથવા અનિયમિત આદિલન થવાથી ઉત્પન્ન થતો ધ્વજ અપ્રિય લાગે છે.

## ૬. ગરમી કે ઉષ્ણતાની ઉત્પત્તિ.

પ્ર૦ ગરમી એટલે શું ?

ઉ૦ પદાર્થની રજકણો અતિશય ધ્રુજતી ગતિમાં આવે છે, ત્યારે તેમાં જે શક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે તેને ગરમી કહે છે. એ પદાર્થ નથી પણ ઉપાધિ કે ગુણ છે.

પ્ર૦ ગરમી ક્યાંથી આવે છે ?

ઉ૦ ગરમીનું મોટું મૂળ સૂરજ છે. એ મિવાય દીવો, દેવતા વગેરે સમ્રળા સળગતા અને સ્વપ્રકાશક પદાર્થમાંથી તથા પદાર્થો એક બીજા સાથે અફાળવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ ગરમીનાં કાર્ય કહો.

ઉ૦ ગરમી ( ૧ ) પદાર્થોને કુલાવે છે અને ( ૨ ) પદાર્થોનાં રૂપ બદલે છે.

પ્ર૦ ગરમીને લીધે પદાર્થમાં રૂપાંતર કેમ થાય છે ?

ઉ૦ ગરમીને લીધે પદાર્થની રજકણો વચ્ચેનું અંતર વધવાથી ધન પદાર્થ પ્રવાહી રૂપમાં આવે છે, અને પ્રવાહી પદાર્થ વાયુરૂપ સ્થિતિ ધારણ કરે છે. એથી ઉલટું વાયુરૂપ પદાર્થોમાંથી ગરમી નીકળી જતાં પ્રતિસારક બળ કમી થઈ તેમાં સંબંધાકર્ષણ બળ આવતું જાય છે તેથી તે પ્રથમ પ્રવાહીરૂપ ધારણ કરે છે, અને એ પ્રમાણે પ્રવાહીરૂપ બનેલા પદાર્થમાંની ગરમી દૂર થતાં ધનરૂપ સ્થિતિ ધારણ કરે છે.

પ્ર૦ ગરમીને એક સ્થાનેથી બીજે સ્થાને લઈ જનાર વસ્તુ કયું ?

ઉ૦ ઇંધર નામનો અતિશય પાતળો, પ્રવાહી, પારદર્શક અને

સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થ છે. તો ગરમીનાં મોળાં ઉત્પન્ન થઇ એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે ગરમી પહોંચે છે.

પ્ર૦ ઇથર ક્યાં ક્યાં રહેલો છે ?

ઉ૦ અતિ ઘટ્ટ અને પારદર્શક, નક્કર અને પ્રવાહી, અતિ પાતળાં વાયુઓ અને તારાવાળું આકાશ ઇત્યાદિ તમામ સ્થળે તે પ્રસરેલો છે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોળાં ગરમી કેવી રીતે ફેલાવે છે ?

ઉ૦ જેવી રીતે વાતાવરણમાં અવાજનાં મોળાં ઉત્પન્ન થઇને કાનને અવાજનું જ્ઞાન કરાવે છે, તેવીજ રીતે તપાવેલા અથવા પ્રકાશિત પદાર્થોની રજકણો અતિશય ત્વરાવાળાં ધ્રુજતી ગતિમાં હોઇ ઇથરનાં મોળાં ઉત્પન્ન કરે છે અને એ મોળાં સ્પર્શેન્દ્રિયને ગરમીનું જ્ઞાન કરાવે છે.

પ્ર૦ ઇથરનાં મોળાંનો વેગ કેટલો હશે ?

ઉ૦ એ મોળાં પ્રત્યેક સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ માઇલના વેગથી અવકાશમાં ચાલી આસપાસના બીજા પદાર્થની રજકણોને પોતાની ગતિ આપે છે, અને એ પ્રમાણે ગરમી એક પદાર્થમાં પ્રસરે છે.

ગરમી પદાર્થના અણુસમુહોની ધ્રુજતી ગતિનો વેગ વધારી તેમની વચ્ચેનું આકર્ષણ ઘટાડે છે. એ કારણથી ગરમીને લીધે આકર્ષણ બળ ઘટવાથી પદાર્થો ફૂલે છે.

પ્ર૦ ગરમીને લીધે પદાર્થોમાં રૂપાંતર કેમ થાય છે ?

ઉ૦ ગરમી વધે છે તેવારે એક વખત પ્રતિસારક બળ અણુસમુહોને જોડી રાખનારા બળની સમતોલ થાય છે, એટલે પદાર્થો પ્રવાહી થાય છે, એ પ્રવાહીને વધારે ગરમી લગાડવાથી પ્રતિસારક બળ તેમાંના અણુસમુહોને જોડનારા બળને દાબી દે છે, અને છેવટે એ પ્રવાહી બદલાઇને તેની વરાળ કે વાયુ થાય છે. એથી ઉલટું

ગરમી નીકળી જવાથી પદાર્થ સંકોચાય છે. જે વાયુરૂપ હોય છે તે પ્રવાહી થાય છે, અને પ્રવાહી હોય છે તે ધનરૂપ ધારણ કરે છે.

પ્ર.૦ પ્રકાશનાં અને ગરમીનાં કિરણોમાં શી ભિન્નતા છે ?

ઉ.૦ કેટલાક પદાર્થો વધારે ને કેટલા ઓછા પારદર્શક હોય છે, તેથી તેઓમાં યદ્યપે પ્રકાશ વધારે કે ઓછો જઈ શકે છે, પરંતુ પ્રકાશની પેઠે સધળા પદાર્થોમાં ઉષ્ણતાનાં કિરણ સરખી સહેલાઈથી જઈ શકતાં નથી. વળી ગરમીનાં કિરણો પેસવા દેવાની પદાર્થોની શક્તિનો ઘણો આધાર જે મૂળમાંથી ગરમી નીકળે છે તેના ઉપર છે. ઉદાહરણ-વિરંગી કાચમાં યદ્યપે સૂર્યની ગરમીનાં કિરણ જેવી સહેલાઈથી જાય છે, તેવી સહેલાઈથી દીવાની જ્યોતમાંથી નીકળતી ગરમીનાં કિરણ જશે નહિ.

પ્ર.૦ કિરણોના એ ગુણનો વ્યવહારમાં કયાં ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ.૦ ઠંડા મુલકોમાં છોડને રાખવા માટે કાચનાં ઘરો બનાવે છે. કારણ કે કેટલાક છોડ એવા હોય છે કે તેમને પુષ્કળ ગરમી જોઈએ છે, અને તેમની વૃદ્ધિને માટે જેટલી ગરમી અવશ્યની છે તે ગરમી એ કાચના ઘરો સંધરી રાખે છે.

પ્ર.૦ કાચનાં ઘરો ગરમી સંધરી રાખે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ.૦ સૂર્યનાં કિરણો સીવાં પડે છે, તે કાચમાં યદ્યપે સહજ જાય છે, પરંતુ તેઓ પૃથ્વી પર પડે છે, ત્યારે તેમનું રૂપ બદલાઈ જઈ પહેલાની પેઠે કાચમાં યદ્યપે સહેલાઈથી જઈ શકતા નથી, માટે એ કિરણો બંદર રહી ગરમીનો જમાવ થાય છે. ઉનાળામાં જે ઓરડામાં કાચની બારીઓ હોય છે તેમાં ગરમી રહે છે તેનું કારણ પણ એ જ છે.



## ૧૦. ગરમીની ગતિ.

પ્ર. એક પદાર્થમાંથી ગરમી બીજામાં કેટલી હદ સુધી જઈ શકે ?

ઉ. બંને પદાર્થની ગરમી સમાન થતા સુધી ગરમ પદાર્થમાંની ગરમી ઠંડા પદાર્થમાં જાય છે.

પ્ર. ગરમીના સંબંધમાં પદાર્થના વર્ગ કયા ?

ઉ. વાહક અને મંદવાહક.

પ્ર. વાહક એટલે શું ? તે દાખલો આપી સમજાવો.

ઉ. ધાતુના સળાઓ એક છેડા અગ્નિમાં મૂકીશું તો થોડાજ વખતમાં બીજો છેડા ગરમ થઈ જશે. આમાં ધાતુની રજકણો પ્રત્યક્ષ ગતિ કરતી નથી, પરંતુ ગરમ થએલી રજકણો પોતાના સંસર્ગમાં આવતી બીજી રજકણોને ગરમી આપે છે. અને એ રીતે ગરમી એક છેડેથી બીજા છેડા સુધી વહે છે. આ પ્રમાણે જે પદાર્થમાં ગરમી ઝડ વહે છે તે વાહક કહેવાય.

પ્ર. મંદવાહક એટલે શું ? તે દાખલો આપી સમજાવો.

ઉ. લાકડું એક છેડેથી અગ્નિ હોય છે તથાપિ તેના બીજા છેડા ઠંડાજ રહે છે; કેમકે લાકડાની રજકણોમાં ગરમી વહેતી નથી. આમ જે પદાર્થમાં ગરમી વહી શકતી નથી કે ધણીજ ધીમી વહે છે તેને મંદવાહક કહેવામાં આવે છે.

પ્ર. વાહક પદાર્થો ગણાવો ?

ઉ. ધાતુઓ વાહક છે. રૂંધું ઉત્તમ વાહક સાબીત થયું છે, અને તેનાથી ઉત્તરતું સોતું, પિત્તળ, લોહું, સીસું વગેરે એ અનુક્રમે છે.

પ્ર. મંદવાહક પદાર્થો ગણાવો ?

ઉ. પારા સિવાય ( પારા ધાતુ છે માટે ) પાણી, તેલ, મઘાકં

વગેરે પ્રવાહી પદાર્થો; અને કાચ, કાગળ, લુગડું, લાકડું, પથ્થર, હાથીદાંત છત્યાદિ જે નક્કર પદાર્થો ધાતુઓ નથી તેઓ મંદવાહક છે; પરંતુ વા, ગંધક, ઓકિલનન વગેરેમાં ભાગ્યેજ ઉષ્ણતા વહે છે. એ પદાર્થો અવાહક કહેવાય.

પ્ર. આણી વગેરે પ્રવાહીઓ અને વાયુઓ મંદવાહક છે એ શી રીતે સમજાય ?

ઉ. કાચની કસોટીની નળીમાં પાણી ભરી તેને ઉપરથી તપાવીશું તો તે ગરમ થશે, પણ નળીના તળીયાનું પાણી છેક ઠંડું રહેશે. તે ઉપરથી તેમાં ગરમી પ્રસરતી નથી એ સાબીત થાય છે. આથીજ મહાસાગરોનું પાણી સૂર્યની ગરમીથી અતિશય તપી તેમાં ગરમ પ્રવાહ ઉત્પન્ન થાય છે, તથાપિ તેની નીચેનું પાણી ઠંડું હોય છે. આથીજ ન્હાતી વખતે કેટલીક વખત કુંડીમાં પ્રથમ ઠંડું પાણી લઈ ઉપર ગરમ પાણી રેડવાથી ઠંડું પાણી નીચે જમનું તેમ રહે છે. વાયુના સંબંધમાં પણ એજ પ્રમાણે બને છે.

પ્ર. ગરમી કેટલે પ્રકારે વહે છે ?

ઉ. ગરમી ત્રણ પ્રકારે વહે છે. ઉષ્ણતાનન, ઉષ્ણતાસંચારણ, (વહન) અને કિરણપાતન.

પ્ર. ઉષ્ણતાયન એટલે શું તે સમજાવો ?

ઉ. પાણી ભરેલા વાસણને તળીએ બળતું કરવાથી તળીએ રહેલા પાણીની જે રજકણો ગરમ થાય છે તેજ રજકણો ગરમીને લઇને ઉપર આવે છે. માટે તેને ઉષ્ણતાનયન [ઉષ્ણતા લઇને જવું તે] કહે છે. અર્થાત આ ક્રિયામાં પદાર્થની રજકણો પોતાનું સ્થળ બદલે છે.

પ્ર. ઉષ્ણતાવહન એટલે શું તે સમજાવો ?

ઉં ધાતુનો સળીઓ એક છેડેથી તપાવવાથી બીજો છેડો ગરમ થઈ જાય છે. એ ક્રિયામાં ધાતુની રજકણો પોતાનું સ્થળ ન બદલતાં પોતાના સંપર્ગમાં રહેલી રજકણોને ગરમી આપે છે એ પ્રમાણે છેક બીજા છેડા સુધી ગરમી પહોંચે છે. આ ક્રિયામાં ઉષ્ણતા એક રજકણમાંથી બીજી રજકણમાં વહે છે માટે તેને ઉષ્ણતાવહન કહે છે.

પ્ર૦ કિરણપતન એટલે શું ?

ઉં સૂર્યમાંથી પૃથ્વી ઉપર ગરમી આવે છે તેમાં સૂર્યની અને પૃથ્વીની રજકણોનો પ્રત્યક્ષ સંપર્ક થતો નથી; પણ સૂર્યમાંથી નીકળતી ગરમી હથરમાં મોઝાં ઉત્પન્ન કરી ઠંડ પૃથ્વી સુધી પહોંચે છે. એજ પ્રમાણે હરકોઈ ગરમ પદાર્થમાં જે ગરમી કિરણરૂપે મળે છે તે કિરણપતન કહે છે.

પ્ર૦ ગરમી ત્રણે પ્રકારે ફેલાય એવો એક પ્રયોગ સમજાવો.

ઉં ધગધગતો લોહનો ગોળો એક લોહના બાજઠ ઉપર મૂકવાથી ગોળાની ઉપર રહેલું વાતાવરણ ગરમ થાય છે તે ઉષ્ણતાનયન ક્રિયા છે; બાજઠનું પ્રદીપ્ત તપી જાય છે તે ઉષ્ણતાવહનની ક્રિયા છે, અને ગોળાની આજુબાજુ ફેટલાક દૂર સુધી આપણને જે ગરમી લાગે છે તેમાં કિરણપાતન થાય છે.

પ્ર૦ તાપણીની આસપાસ તાપવા બેસીએ છીએ તેમાં કયે પ્રકારે ગરમી મળે છે ?

ઉં કિરણપાતન ક્રિયા વડે.

પ્ર૦ શિયાળાની ઋતુમાં સુતર કરતાં ઉતનાં કપડાં વધારે પસંદ કરીએ છીએ તેનું કારણ શું ?

ઉં શિયાળાની ઋતુમાં શરીરની ગરમી કરતાં હવા ઠંડી હોય છે, જેથી શરીરનાં ગરમી વાતાવરણમાં ચાલી જતી ગરમીને કપડાં રોકીને ટકાવી રાખે છે. તેમાં પણ સુતર કરતાં ઉન વધારે મંદ-વાહક હોવાથી શરીરની ગરમીને બહાર નિકળવા દેતાં નથી, તેમજ ઉનનાં તાર ચુછળાં ચુછળાવાળા હોઇ કપડું ઘટ્ટ થએલું હોવાથી તેમાં બહારની ઠંડી હવા પ્રવેશ કરી શકતી નથી, તેથી ઉનનાં લુગડાં વધારે પસંદ કરીએ છીએ.

પ્ર૦ ઉનાળાની ઋતુમાં ધોળા રંગનાં વસ્ત્રો પસંદ કરવામાં આવે છે તેનું કારણ શું ?

ઉં ઉનાળામાં શરીરની ગરમી કરતાં વાતાવરણમાં ગરમી વધારે હોય છે. તેને શરીરમાં દાખલ થતી અકાવવાની જરૂર છે. ધોળો રંગ સૂર્યનાં કિરણોને પોતાની અંદર ન શોષી લેતાં તમામ કિરણોને પાછા ફેંકે છે જેથી ધોળા રંગનાં વસ્ત્રોથી શરીરમાં વાતાવરણની ગરમી દાખલ થતી નથી માટે તે વધારે પસંદ કરવામાં આવે છે.

## ૧૧ છુપી કે ગુપ્ત ગરમી.

પ્ર૦ ગરમી કેટલા પ્રકારની છે ?

ઉં બે પ્રકારની છે; (૧) કોઇ પણ ગરમ વસ્તુને સ્પર્શ કરતાં માલમ પડે છે તે, અને [ ૨ ] ગરમી હોવાથી જતાં તેને સ્પર્શ કરવાથી માલમ ન પડે તેવો. આ બીજા પ્રકારની ગરમીને છુપી કે ગુપ્ત ગરમી કહે છે.

પ્ર૦ એ ગરમીને છુપી કે ગુપ્ત કહેવાનું કારણ શું ?

ઉં એ ગરમી પદાર્થના સ્વરૂપમાં ફેરફાર કરે છે તથાપિ તેની અસર થર્મીમીટર ઉપર જણાત આવતી નથી, માટે તેને છુપી ગરમી કહે છે.

પ્ર૦ છુપી ગરમી શું કાર્ય કરે છે ?

ઉં જે બળને લીધે પદાર્થની રજકણો એક બીજાને ચોટાટી રહે છે ને તેથી તે પદાર્થ ભાંગી, પીગળા કે ઉડી જતો નથી તે બળને તોડી નાખી રજકણો છુટી પાડવામાં એ ઉષ્ણતા વપરાય છે.

પ્ર૦ પાણીની ગુપ્ત ઉષ્ણતા એટલે શું ?

ઉં એક પ્યાલામાં બરફના કકડા ભરીને તેમાં થર્મીમીટર મૂકીશું, તો પારો શુન્ય અંશે રહેશે, પછી તે બરફને જેમ જેમ ગરમી આપ્યા કરીશું તેમ તેમ બરફનું પાણી થતું જશે. પ્યાલામાં બરફની છેલ્લી કણી પુરેપુરી ઓગળી જતા સુધી તેમાં જતી ગરમી થર્મીમીટર ઉપર બીજકુલ અસર કરશે નહિ. આમ બરફનું પાણી થવામાં જે ગરમી વપરાય છે, અને તે થર્મીમીટર ઉપર અસર કરતી નથી, એવી ગરમીને પાણીની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કહે છે.

પ્ર૦ વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા એટલે શું ?

ઉં ઉકળતા પાણીમાં થર્મીમીટર મૂકવાથી તેમાં પારો ઉંચો ચઢીને છેવટે ૧૦૦° ઉપર આવી અટકશે. ગરમી વધારે ને વધારે આપ્યા કરીશું તથાપિ તે ગરમીની અસર થર્મીમીટર ઉપર જણાશે નહિ, પણ તે ગરમી પાણીની વરાળ થવામાં વપરાશે. એ ગરમીને વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કહે છે.

પ્ર૦ પાણીની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કેટલી છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ એક પ્યાલામાં શૂન્ય અંશનું પાણી લો અને બીજામાં તેટલા જ વજનના જરફના કકડા ભરો. બંને પ્યાલામાં થર્મીટર મૂકો તો બંનેમાં પાંચે શૂન્ય અંશે સ્થિર રહેશે. બંને પ્યાલાને સરખી ગરમી આપવા માંડો તો જે પ્યાલામાં પાણી છે તેમાંના થર્મીટરમાંના પાંચે ઉંચો ચઢશે, પણ જરફમાં થર્મીટર ઉપર ગરમીની કંઈ પણ અસર જણાશે નહિ. એ પ્રમાણે જરફની છેલ્લી કણી પીગળી રહેતા સુધી કંઈ પણ અસર ન જણાતાં પાંચે શૂન્ય અંશે જ રહેશે. પણ તેજ વખતે પાણીમાંના થર્મીટરમાં જોઈશું તો પાંચે ૮૦° સુધી આવેલો માલમ પડશે. આ પ્રયોગથી સિદ્ધ થાય છે કે જરફનું પાણી થવામાં ૮૦° ગરમી વપરાય છે. તેને પાણીની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કહે છે.

પ્ર૦ વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કેટલી છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ ૬ રતલ ૦° ના પાણીમાં ૧ રતલ પાણીની વરાળ દાખલ કરવાથી તમામ પાણી ૧૦૦° ગરમીવાળું બનશે. મતલબ કે વરાળ થવામાં છુપી રહેલી ૬૦૦° ગરમી પાણીને ગરમ કરવામાં અપી ગઈ અને એ વરાળનું છુપી ગરમી જતી રહેવાથી ૧૦૦° નું ગરમ પાણી બની રહ્યું. આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા ૬૦૦° છે.

પ્ર૦ દ્રાવણબિંદુ કોને કહેવાય ?

ઉ૦ જે ઉષ્ણતામાનને ધન પદાર્થ પ્રવાહીમાં આવે તે ઉષ્ણતામાનને તે પદાર્થનું દ્રાવણબિંદુ એટલે ઓગાળનારું બિંદુ કહે છે.

પ્ર૦ જુદા જુદા પદાર્થના દ્રાવણમિંદુનું ઉષ્ણતામાન કેટલું હોય છે ?

ઉ૦ બરફ શન્ય અંશે એ ગળે છે, મીઠું ૩૨૬ અંશે, રૂપું ૯૪૫ અંશે, સોનું ૧૦૩૫ અંશે એ ગળે છે માટે એ એમનાં દ્રાવણમિંદુ કહેવાય. એજ પ્રમાણે જુદા જુદા પદાર્થનાં દ્રાવણમિંદુ જુદાં જુદાં હોય છે.

પ્ર૦ છુટી ગરમીના નિયમનો વ્યવહારના ક્યાં ક્યાં કાર્યોમાં ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ૦ કેટલાક દ્રવ્યોનું નિશ્ચય પાણી કરતાં પશુ શીતળ હોય છે. એવું દ્રવ્ય પાણી ભરેલા વાસળની આસપાસ ભરવાથી તેની વરાળ થઈ ઉડી જવામાં જે ગરમી જોઈએ છે, તે પાણીમાંથી ખેંચે છે. તેથી પાણીમાંની ગુપ્ત ગરમી જઈ તેનું બરફ બનવાય છે.

ઉનાળાની ઋતુમાં ઠંડું પાણી કરવા માટે કુખની આસપાસ ભીનું કપડું વીંટવામાં આવે છે, કારણ કે કુખનાં છિદ્રોમાંથી પાણી જેમ જેમ ઝરતું જાય છે તેમ તેમ તે સુકાતું જાય છે તેથી કરીને કુખે અને અંદરનું પાણી ઠંડાં પડતાં જાય છે.

મગજમાં ગરમી વધી જવાથી માથું દુખવા માંડે છે ત્યારે કાલન-વોટરનું પોતું અથવા બરફની કોથળીઓ માથા ઉપર મૂકવામાં આવે છે તેનું કારણ પણ એજ છે.

## ૧૨ પ્રકાશ અને તેનો ફેલાવો.

પ્ર૦ પ્રકાશ ક્યાંથી મળે છે ?

ઉ૦ સુરજ, તારાઓ, દીવેલ, દેવતા, વીજળીનો દીવો, ગ્લાસનો દીવો, સફળા બળતા પદાર્થો વગેરે તમામ સ્વપ્રકાશ પદાર્થોમાંથી પ્રકાશ મળે છે.

પ્ર૦ આપણે પદાર્થો શી રીતે જોઈ શકીએ છીએ ?

ઉ૦ પ્રકાશના કિરણ વસ્તુ ઉપર પડે છે, અને ત્યાંથી પાછા ફેંકાઈ આપણી આંખમાં પેસે છે તેથી તે પદાર્થ જોઈ શકીએ છીએ.

પ્ર૦ અધિગ્ના માણસો કેમ જોઈ શકતા નથી ?

ઉ૦ આંખ તરફ આવતાં કિરણોની અસર અધિગ્ના માણસોની આંખના પડદા ગ્રહણ કરી શકતા નથી તેથી તેઓ જોઈ શકતા નથી.

પ્ર૦ પ્રકાશના સંબંધમાં પદાર્થના કેટલા વર્ગ છે ?

ઉ૦ સ્વપ્રકાશક અને પરપ્રકાશક.

પ્ર૦ સ્વપ્રકાશક એટલે શું ?

ઉ૦ જે પદાર્થો જાતે પ્રકાશિત હોય એટલે જેમાંથી પ્રકાશના કિરણો નીકળી ચોમેર ફેલાય છે તેમને સ્વપ્રકાશક કહેવામાં આવે છે. સૂરજ, દીવા, દેવતા વગેરે સઘળા જળતા પદાર્થો સ્વપ્રકાશક છે.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક એટલે શું ?

ઉ૦ જે પદાર્થો જાતે પ્રકાશતા નથી, પણ બીજા પ્રકાશિત પદાર્થોના કિરણ તેઓ ઉપર પડવાથી પ્રકાશિત દેખાય છે, તેથી તેઓ પરપ્રકાશક કહેવાય છે. કાચ, માટી, કાપડા, ધાતુઓ, કેટલાક મહો અને ઉપગ્રહો પરપ્રકાશક છે.

પ્ર૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થો ક્યાંથી દેખાય છે ?

ઉ૦ તે પદાર્થોમાંથી કિરણો નીકળી પરબારી જોનારની આંખમાં પેસે છે તેથી.

પ્ર૦ પરપ્રકાશક પદાર્થો ક્યાંથી દેખાય છે ?

ઉ૦ સ્વપ્રકાશક પદાર્થના કિરણો એવા પદાર્થો ઉપર પડી ત્યાંથી પાછા ફેંકાઈ જોનારની આંખમાં પેસે છે તેથી પરપ્રકાશક પદાર્થો



દેખાય છે, વળી પરપ્રકાશક પદાર્થો દેખાય છે, એટલુંજ નહિ પરંતુ તે સ્વપ્રકાશક પદાર્થોના સંબંધને લીધે ચળકતા દેખાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણોના ધર્મ શા છે ?

ઉ૦ (૧) પ્રકાશનાં કિરણો હમેશાં સીધી લીટીમાં જાય છે, અને (૨) પારદર્શક પદાર્થને ભેદી કિરણો પાર જાય છે, પણ અપારદર્શક પદાર્થને ભેદીને પાર જતાં નથી.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણો આંખમાં કેવી રીતે આવે છે ?

ઉ૦ જેના રીતે અવાજનાં મોઝાં હવામાં ઉત્પન્ન થઈ કાનને અવાજનું ભાન કરાવે છે, તેવીજ રીતે પ્રકાશનાં કિરણો ઇથર નામના દ્રવ્યનાં મોઝાં ઉત્પન્ન કરી આંખના પડદા ઉપર અસર કરે છે તેથી પ્રકાશનું ભાન થાય છે.

પ્ર૦ અપારદર્શક પદાર્થનો ઓળો અથવા પડછાયો પડે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ અપારદર્શક પદાર્થને ભેદીને પ્રકાશનાં કિરણો પાર જઈ શકતાં નથી, તેમ તે વાંકાં વળાંને પણ જઈ શકતાં નથી તેથી તેનો ઓળો પડે છે.

પ્ર૦ છાંયડામાં રહેલા પદાર્થો આપણે શાથી જોઈ શકીએ છીએ ?

ઉ૦ આસપાસના બીજાં વસ્તુઓ પરથી અને વાતાવરણમાંની અતિ સૂક્ષ્મ રજકણોપરથી થોડાં કિરણો પાછા ફેંકાય છે તેથી છાંયડામાં પણ થોડું અજવાળું પડે છે, છાંયડામાંની વસ્તુઓ પણ જોઈ શકાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણોની ગતિ કેટલી છે ?

ઉ૦ પ્રત્યેક સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મેલના વેગથી ગતિ કરે છે.

### ૧૩ પ્રકાશનું પરાવર્તન.

પ્ર० પ્રકાશનાં કિરણો ખીખ પદાર્થ ઉપર પડે છે તે વખતે તેમાં શા શા નિકાર થાય છે ?

ઉં હવા, પાણી અને કાચ જેવા અમુક ધાગાધના પદાર્થમાં થઈને પ્રકાશનાં કિરણો લિન્ન ધાગાધના પદાર્થ ઉપર પડે છે ત્યારે તેના બુદ્ધા બુદ્ધા ત્રણ ભાગો થઈ તેઓ લિન્ન લિન્ન રીતે વર્તે છે. [૧] કેટલાંક કિરણોનું પદાર્થ ઉપરથી પરાવર્તન થાય છે. તેમાં જે પદાર્થનું પૃષ્ઠ સમાન એટલે લીસું હોય તો નિર્ધારિત પરાવર્તન થઈ મૂળ પદાર્થમાં કિરણો પાછાં જાય છે; અને જે પદાર્થનું પૃષ્ઠ અસમાન એટલે ખરબચડું હોય તો કિરણો અનિર્ધારિત પરાવર્તન પામી આબુખાબુ ફેલાઈ જાય છે; [૨] કેટલાંક કિરણોનું પદાર્થ ઉપરથી વક્રીભવન થાય છે; અને [૩] કેટલાંક કિરણો પદાર્થમાં શોષાઈ જઈ તેમાં ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે.

પ્ર० કિરણોનું પરાવર્તન એટલે શું ?

ઉં કાચ જેવાં લીસાં પૃષ્ઠો ઉપર કિરણો પડ્યા પછી ત્યાંથી પાછાં ફેંકાય છે તેને કિરણોનું પરાવર્તન [પરા-ઓછું + આવર્તન-આવવું] કહે છે. જે કિરણો લંબ રૂપ પડે તો પરાવર્તન પામ્યા પછી સીધાં મૂળ સ્થળે જાય છે, પણ જે લંબરૂપ ન પડતાં અમુક ખૂણો કરીને પડે તો તેટલોજ ખૂણો કરી તેથી ઉલટી દિશામાં પાછાં ફેંકાય છે. આવી રીતે કિરણો પડતી વખતે લંબ સાથે જે ખૂણો કરે છે તેને પતનકોણ (કિરણો પડવાથી થતો ખૂણો) કહે છે; અને પાછાં ફેંકતી વખતે જે ખૂણો કરે છે તેને પરાવર્તનકોણ (કિરણો પાછાં ફેંકતી વખતે થતો ખૂણો) કહે છે.

પ્ર૦ આપણા ઉપર પડેલાં સૂર્યનાં કિરણો આંખમાં આવે છે ત્યારે ઝાંઝરાં વળે છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ કાચનું પૃષ્ઠ ઘણું લીસું હોવાથી તેના ઉપર પડેલાં કણ-ખરાં કિરણોનું નિયમિત પરાવર્તન થઈ સઘળાં આંખમાં આવે છે તેથી ઝાંઝરાં વળે છે; પણ ખરખચડા પૃષ્ઠ ઉપર પડેલાં કિરણો નિયમિત પરાવર્તન પામતાં નથી, અને તેમાંનાં ઘણાં કિરણો આંખ-આંખુ ફેલાઈ જઈ આંખમાં માત્ર થોડાંજ કિરણો આવે છે, તેથી તે વસ્તુ દેખાય છે પણ આંખે ઝાંઝરાં વળતાં નથી.

પ્ર૦ પરાવર્તનને લીધે પદાર્થ મૂળ સ્થાનમાં દેખાવાને બદલે તેમાં શા ફેરફાર થાય છે ?

ઉ૦ પરાવર્તન પામીને કિરણો જે દિશાએથી આપણી આંખમાં આવે છે તેની સીધી લીટીમાં પદાર્થ દેખાય છે. આથીજ જળાશયને કઠિ રહેલું ઝાડ પાણીમાં જોતાં હિંધું દેખાય છે. તેમજ તખ્તામાં ધરેલી પેનસીલ પણ હિંધી દેખાય છે. એ પ્રમાણે હિંધા દેખાતા પદાર્થોમાં પ્રથમ પ્રકાશનાં કિરણો પદાર્થ ઉપર પડી ત્યાંથી પરાવર્તન પામી પાણીપર પડે છે, અને ત્યાંથી પરાવર્તન પામીને આપણી આંખમાં આવે છે. આથી પદાર્થનું કિરણ પોતાને મૂળ સ્થળેથી આપણી આંખમાં ન આવતાં જળની સપાટી ઉપરથી આંખમાં આવે છે તેથી તેની સીધી લીટીમાં એટલે જળની અંદર પદાર્થ દેખાય છે. વળી એજ કારણને લીધે તે પદાર્થની ટોચ જેટલી પાણીથી હિંધી હોય તેટલીજ નીચી તેની માંહે પણ દેખાય છે.

પ્ર૦ ચાટલામાં આપણું મોં શી રીતે દેખાય છે ?

ઉ૦ પ્રથમ મોં પર સૂર્યનાં કિરણ પડે છે, ત્યાંથી પરાવર્તન પામી ચાટલાના પૃષ્ઠ પર પડે છે, ત્યાંથી પાછાં પરાવર્તન પામી

આપણી આંખમાં આવે છે. તેથી મોંનાં અવયવોનાં કિરણ પૃષ્ઠ ઉપરથી આવે છે માટે તેની સીધી લીટીમાં મોં દેખાય છે, વળી એજ કારણને લીધે કાચથી મોં જોટલું છેદું હોય છે તેટલું દૂર કાચની પાછળ દેખાય છે.

પ્ર૦ પ્રકાશનાં કિરણો એક સીધી લીટીમાંજ જાય છે તેથી કયા ચમત્કારો દેખાય છે ?

ઉ૦ (૧) બીંતે ચોડેલા દીવાની પાસે એક ઝીણા છિદ્રવાળું જાડું પુકું ધરવાથી દીવાની જ્યોતનાં સર્વ કિરણો ઝીણા છિદ્રમાં આવી છિદ્રની બીજી બાજુએ જાય છે, ત્યારે બીજી ગમ જ્યોતનો ઉંધો દેખાવ દ્રષ્ટિએ પડે છે. (૨) પદાર્થનાં કિરણો આંખમાં રહેલા લેન્સ [નિત્રપટ] ઉપર પડે છે તે લેન્સ કુદેલા રોટલાના આકારનો એટલે ખંતે તરફથી બાજુગોળ હોઈ પારદર્શક હોય છે. હવે લેન્સ પર પડેલાં કિરણો પાર જઈ એક બિંદુએ ભેગાં થાય છે. પછી ત્યાંથી આગળ જતાં સીધી લીટીમાં જવાના ગુણને લીધે એક બીજને છેદી આડમાં જઈ જ્ઞાનતંતુઓના સંબંધમાં રહેલા પડદા ઉપર પડે છે. એટલે એ પડદા ઉપર પદાર્થની ઉંધી પ્રતીમા પડે છે. આ કારણથી વાસ્તવિક રીતે દુનીઆના તમામ પદાર્થો ઉંધાજ દેખાવા લેખએ, અને ખરેખર દરેક પદાર્થ ઉંધોજ દેખાય છે; પણ મહાવરાને લીધે આપણે ચતો માની લખએ છીએ. (૩) કેમેરામાંથી [છબી પાડવાના યંત્રમાંથી] જોતાં મનુષ્ય, પ્રાણી કે હરકાઈ પદાર્થની પ્રતીમા ઉંધીજ દેખાય છે.

### ૧૪. પ્રકાશનું વક્રીભવન.

પ્ર૦ વક્રીભવન એટલે શું ?

ઉ૦ એક પારદર્શક પદાર્થમાંથી બીજા પારદર્શક પદાર્થમાં જતાં

એટલે વાયુ અને પાણી, વાયુ અને કાચ વગેરે જુદી જુદી ધાડા-  
મના બે પદાર્થોને વિખુટા કરનારી સપાટી આગળ પ્રકાશનાં કિરણો  
મરડાય છે, તેને પ્રકાશનું વક્રીભવન (વાકું વળવું) કહે છે.

પ્ર૦ વક્રીભવન ક્યારે ન થાય ?

ઉ૦ સરખીજ ધાડામના પારદર્શક પદાર્થમાં થઇને કિરણો જ્ય  
ત્યારે તેનું વક્રીભવન થતું નથી; તેમજ જુદી જુદી ધાડામના પદાર્થો  
હોવા છતાં કિરણો લંબ લીટીમાં જ્ય ત્યારે પરાવર્તન પણ એજ  
લીટીમાં થાય છે. એટલે વક્રીભવન થતું નથી.

પ્ર૦ કયે નિયમે પ્રકાશનાં કિરણોનું વક્રીભવન થાય છે ?

ઉ૦ હવામાંથી પાણીમાં એટલે પાતળા થરોમાંથી ધાડા થરોમાં  
થઇને જતાં પ્રકાશનાં કિરણો લંબ તરફ મરડાય છે; અને પાણી-  
માંથી હવામાં એટલે ધાડા થરોમાંથી પાતળા થરોમાં જતાં લંબથી  
દૂર જાય છે.

પ્ર૦ વક્રીભવન થવાને લીધે કયા કયા ચમત્કારો જણાય છે ?

ઉ૦ [૧] સીધી લાકડી પાણીમાં ઝાળવાથી તેનો કુબેલો ભાગ  
વાંકો વળેલો દેખાય છે. (૨) પાણીમાંથી ભરેલાં વાસણોનાં પૃષ્ઠ ઉંચાં  
આવેલાં દેખાય છે, તેમજ તેમાં કુબેલો પદાર્થ ચપટો દેખાય છે,  
[૩] સૂર્ય ઉઝ્યા પહેલાં તેમજ આશ્વિન્યા પછી લગભગ દોઢેક કલાક  
સુધી સૂર્યનાં કિરણો મરડાઇને અજવાળું રહે છે. એ અજવાળાને  
અજાળું કહે છે. [૪] રેતાળ ગરમ પ્રદેશમાં પાણી ન હોવા છતાં  
પણ ધણીવાર દૂરથી જળાશય હોવાનો ભાસ થાય છે, અને જળા-  
શય હોય તેમ તેમાં વનસ્પતિ, પશુ વગેરેના ઝોળા પડેલા જણાય  
છે, (૫) ઠંડલાક પ્રદેશમાં પાણી, વનસ્પતિ, મકાનો વગેરે હવામાં  
અંધર રહેલા હોય તેવો ભાસ દેખાય છે. (૬) એક ખાલી પ્યાલામાં

પાવલી મૂંઝીને ખ્યાલાને દૂર એવી રીતે મૂકે કે ખ્યાલાની કાર પરથી માત્ર સહેજ પાવલી જોઈ શકાય. પછી એક માણસ પાસે પાવલી ખસે નહિ તેમ ધીમેથી પાણી રેડાવવું, આમ કરવાથી આખી પાવલી નજરે આવશે, [ ૬ ] પ્રકાશનાં કિરણો ત્રિપાસા કાચમાં થઈ પ્રસાર કરવાથી સામી દિવાલ પર જુદા જુદા સાત રંગનો પટો પડેલો માલમ પડશે. તેજ પ્રમાણે સૂર્ય-કિરણો વાતાવરણના ઘાડા પાતળા થરોમાં થઈ જતાં મિન્ન ભિન્ન રીતે વક્રીભવન થઈ કાળાં અપારદર્શક વાદળો પર સાત રંગના પટાવાળું મેઘવનુષ્ય દેખાતું છે. તેથીજ ક્ષિતિજની નીચે ગયા પછી પણ થોડા વખત સુધી સૂર્ય, ચંદ્ર, તારાઓ વગેરે જોઈ શકાય છે.

પ્ર૦ હવા એકનો એક પદાર્થ હોવા છતાં પણ તેમાં થઈને જતાં કિરણો મરડાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ જેમ જેમ ઉંચે જઈએ તેમ તેમ હવાના થરો પાતળા હોય છે, અર્થાત્ હવાના થરોની ઘાડાઈમાં એકાએક ફેરફાર થતો નથી પણ ધીમે ધીમે થાય છે, તેથી કિરણોની દિશા એકદમ ન બદલાતાં તે ધીમે ધીમે મરડાય છે.

## ૧૫. વિદ્યુત.

પ્ર૦ વિદ્યુત એટલે શું ?

ઉ૦ બે પદાર્થોનાં ધર્મોથી અથવા જુદા જુદા પદાર્થોના રસાયની સંયોગથી જે વિશેષ શક્તિ ઉત્પન્ન થાય છે તેને વિદ્યુત કહે છે.

પ્ર૦ વિદ્યુત કેટલા પ્રકારની છે ?

ઉ૦ ધર્મો અને રસાયની એમ બે પ્રકારની વિદ્યુત છે.

પ્ર૦ ધર્ષણુ વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાની રીત પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ રેશમના સુકા કપડા ઉપર અથવા રૂંવાળા ગિલાડીના આમડા ઉપર કાચનો સળીઓ ધસવાથી કાચમાં વિદ્યુત બેગી થાય છે; તેમજ લાખના સળીઆને ઊનના કપડા સાથે ધસવાથી પણ લાખના સળીઆમાં વિદ્યુત આવે છે. આ વિદ્યુત પદાર્થોના ધર્ષણથી ઉત્પન્ન થએલી હોવાથી તેને ધર્ષણુ વિદ્યુત કહેવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે ઉત્પન્ન થએલી વિદ્યુત કાગળના કકડા, બરૂના ગર, સોનાના વરખ, પીંછું, વગેરે હલકા પદાર્થોને પોતાના તરફ ખેંચે છે.

પ્ર૦ રસાયની વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવાની રીત પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ જળાભિશ્રિત ગંધકના તેજાળને એક કાચના અથવા ચિનાઈ માટીના પ્યાલામાં ભરી તેમાં એક તાંબાનું અને એક જસતનું એવા બે પતરાં તાંબાના તારે લટકાવીને કુખર્તા મૂકવાં. આમ કરવાથી પ્યાલામાં રસાયની વ્યાપાર શરૂ થઈ વિદ્યુત ઉત્પન્ન થશે બહાર રહેલા તારના બે છેડાને નજીક લાવવાથી બંને વચ્ચેનું વાતાવરણ વિદ્યુત બળને લીધે પાતળું થઈ તેમાં તણખા થતા માલમ પડશે. બે એ છેડાઓને અરરપરસ જોડવામાં આવે તો તેમાં સતત વિદ્યુત પ્રવાહ ચાલ્યા કરશે. એ પ્રવાહનો હાલમાં તાર મારફતે સંદેશ મોકલવામાં, દીવાગત્તીઓ કરવામાં, વગેરે ધણીક કાર્યોમાં ઉપયોગ થાય છે.

પ્ર૦ વિદ્યુત ક્યા ક્યા પદાર્થોમાં રહેલી છે ?

ઉ૦ દુનીઆ ઉપરના તમામ પદાર્થોમાં તે રહેલી છે.

પ્ર૦ ત્યારે તેની અસર કેમ માલમ પડતી નથી ?

ઉ૦ ફરેક પદાર્થમાં બે જાતની (પોઝિટિવ અને નેગેટિવ) વિદ્યુત મિશ્ર સ્વરૂપે રહેલી હોય છે તેથી તેની અસર માલમ પડતી નથી.

ધર્ષણ કે રસાયની વ્યાપારથી જ્યારે તેને છુટી પાડવામાં આવે છે ત્યારેજ તેની અસર માલુમ પડે છે.

પ્ર० પોઝિટિવ અને નેગેટિવ એ વિદ્યુતો છુટી પાડવાનો પ્રયોગ સમજાવો.

ઉ० એક સ્ટેન્ડના વાંકા વાળેલા સળીઆને છેડે રેશમની દોરી બાંધી તેને બીજે છેડે ખરના ગરની ગોળા બાંધીએ, અને પછી તેની પાસે રેશમ ધસેલો કાચનો સળીઓ લાવીએ તો તે ગોળા સળીઆ તરફ ખેંચાશે. એજ પ્રમાણે બિન ધસેલો લાખનો સળીઓ પણ તે વીજળીને ખેંચી શકશે.

“એ વિરૂદ્ધ જાતની વિદ્યુતોમાં એક બીજીને આકર્ષવાનો અને એક જાતની વિદ્યુતોમાં એક બીજીથી દૂર ખસવાનો ગુણ છે.” તેને લીધે કાચમાંની પોઝિટિવ વિદ્યુત ખરના ગરમાંની મિશ્ર વિદ્યુતમાંથી છુટી પાડી નેગેટિવને પોતાના તરફ આકર્ષે છે; અને ગરમાંની પોઝિટિવ દોરામાં થઇ વહી જાય છે, હવે જો સળીઓ ગોળીને અડકાડીશું તો કાચમાંની પોઝિટિવ ગોળીમાં જશે, અને ગોળીમાંની મિશ્ર સ્વરૂપવાળી વિદ્યુત દોરામાં થઇ દૂર જતી રહેશે. આમ થવાથી ગોળીમાં અને સળીઆમાં એક જાતની વિદ્યુતો થઇ રહેશે. તેથી એક બીજાથી દૂર નાસવાના ગુણને લીધે જે ગોળી કાચને વળગી રહી હતી તે ઝટ દૂર ખસી જશે. જેમ જેમ આપણે સળીઆને પાસે લઇ જઇશું તેમ તેમ તે દૂર દૂર હકશે.

પ્ર० કાચના તેમજ લાખના સળીઆમાં આવતી ધર્ષણ વિદ્યુતો એકજ જાતની છે કે કેમ ?

ઉ० બંને એક જાતની નથી. કાચના સળીઆમાં પોઝિટિવ અને લાખના સળીઆમાં નેગેટિવ વિદ્યુત ભેગી થએલી હોય છે.



પ્ર. લાખ અને કાયના સળીઆમાં રહેલી વિદ્યુતો જુદી જુદી જાતની છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ. સ્ટેન્ડ ઉપર રેશમના બે દોરાઓને છેડે બે ગોળીઓ લટકાવી તેમાંની એકને વિદ્યુત્તવાળો કાયનો સળીઓ અને બીજીને વિદ્યુત્તવાળો લાખનો સળીઓ અડકાડીશું તો બંને ગોળીઓ એક એકના પડખામાં ભરાઈ જશે. કેમકે બંને ગોળીઓમાં બે ભિન્ન પ્રકારની વિદ્યુતો આવેલી છે. આ પ્રયોગમાં જો બંને ગોળીઓમાં લાખના કે કાયના સળીઓમાંની માત્ર એકજ જાતની વિદ્યુત મૂકવામાં આવે તો ગોળીઓ એક બીજીથી દૂર ખસશે. કેમકે બંને ગોળીઓમાં એકજ જાતની વિદ્યુત આવેલી હોય છે.

પ્ર. વિદ્યુત ઉત્પન્ન કરવામાં કાયને ખદતે ધાતુનો સળીઓ વાપરવામાં આવે તો શું પરિણામ આવે ?

ઉ. ધાતુમાં વિદ્યુત સહેલથી વહી જાય છે, પણ કાયમાં વહી ન જતાં એકજ દેકાણે સ્થિર રહે છે. જેથી તે ઉપયોગમાં લઈ શકાય છે.

પ્ર. કયા કયા પદાર્થોમાં વિદ્યુત વહી જાય છે ?

ઉ. કાચલા, તેજાળ, ઓગળે એવા ક્ષાર, પૃથ્વી, પાણી, પ્રાણીઓના શરીર, ધાતુઓ, વનસ્પતિ અને બેજવાળા લવામાં વિદ્યુત વસી જાય છે માટે એ પદાર્થો વિદ્યુત વાહક કહેવાય છે.

પ્ર. કયા કયા પદાર્થોમાં વિદ્યુત વહી શકતી નથી ?

ઉ. રબર, સુકોવાયુ, રેશમ, કાચ, મીણ, ગંધક, કેરો, લાખના તાર, સુકાં લાકડાં વગેરે પદાર્થોમાં વિદ્યુત વહેતી નથી માટે એ પદાર્થો અંદવાહક કહેવાય છે.

પ્ર. વિદ્યુતનો આવહારિક કાર્યોમાં શા ઉપયોગ થાય છે ?

ઉં દૂરના દેશોમાં તાર મારફતે સદેશ પહોંચાડવામાં, ગા-  
ડીઓ, આગગાડીઓ, આગમોટો વગેરે યંત્રો ચલાવવામાં, દીવા સળ-  
ગાવવામાં, પંખા ચલાવવામાં વગેરે અનેક કાર્યોમાં વિદ્યુતનો ઉપયોગ  
થાય છે. વળી પાશ્ચાત્ય ડોક્ટરો કેટલીક જાતના લોહીપ્રકારના વ્યા-  
ધિઓ દૂર કરવામાં વીજળીનો ઉપયોગ કરે છે. વિદ્યુત એ અતિ  
જળવાન શક્તિ હોવાને લીધે તેનો પ્રવાહ શરીરમાં દાખલ કરવાથી  
તત્કાળ મરણ નીપજે છે, તેથી કેટલાક દેશોમાં દેહાંતઃક્રમી શિક્ષા  
કરવામાં તેનો ઉપયોગ કરે છે.

## ૧૬. વીજળી.

પ્ર० વીજળી અને વિદ્યુત વચ્ચે શો તફાવત છે.

ઉં ધર્મણુ અગર રસાયની સંયોગથી જે શક્તિ ઉત્પન્ન કર-  
વામાં આવે છે તેને વિદ્યુત કહે છે, અને આકાશમાંનાં વાદળોમાં  
રહેલી ભિન્ન ભિન્ન જાતની વિદ્યુતો એક બીજા તરફ ખેંચાવાથી  
અમકારારૂપે જે અસર આપણને માલમ પડે છે તેને વીજળી કહે-  
વામાં આવે છે.

પ્ર० વિદ્યુત અને આકાશમાંની વીજળી એ બંને એકજ જાતની  
છે એવું કોણે અને કેવી રીતે સાબીત કર્યું.

ઉં એ બંને શક્તિઓ એકજ જાતની છે એમ અમેરીકાના  
ફ્રાંકલિન નામે એક મહાન શોધકે સિદ્ધ કર્યું છે. એ બાબત સાબીત  
કરવામાં તે કેટલોક વખત નિષ્ફળ નીવડ્યા પછી તેણે એક વખતે  
ચોતાના છોકરાને પતંગ ઉડાડતાં જોયો, તે ઉપરથી તેને સમજાયું કે  
વાદળોમાંની વીજળી પતંગ વડે નીચે ઉતારી શકાય. આ અનુમાન  
બધાયા પછી તેણે પતંગના ઢઠ્ઠાએ તારનો અણીદાર કડકો બાંધી તેને

હંચે આકાશમાં ઉડાડ્યો, અને દોરીને છેડે એક કુંચી લટકાવી. કુંચીએ રેશમનો દોરો બાંધીને ઝાડના ફુંકાને વીંટાળી લીધો. આ પ્રયોગ વખતે તેણે પતંગ હંચે આકાશમાં ઉડતો તેમજ તેના ઉપર થઇને વાદળાં પસાર થતાં પણ જોયાં. ( પણ દોરો મંદવાહક હોવાને લીધે વીજળીનો પ્રવાહ તેની અંદર હિતરી શક્યો નહિ ) તેણે કુંચીએ હાથ મુકી જોયો, પણ કંઈ અસર માલમ પડી નહિ, તેથી તે ધણો નિરાશ થયો. એવામાં વરસાદના છાંટા પડવાથી દોરી પલળી એટલે તે વિદ્યુત્વાહક થવાને લીધે વીજળી નીચે હિતરી, અને કુંચીએ હાથ અડકાડતાં તેને આંચકા લાગ્યો તથા આગળી ને કુંચી વચે તણખો થએલો પણ જણાયો. આ રીતે તે પોતાની શોધમાં ફતેહમંદ થયો.

પ્ર૦ વાતાવરણમાં વીજળી કયું ઋતુમાં હોય છે ?

ઉ૦ વીજળી ચોમાસાની ઋતુમાં દષ્ટિએ પડે છે, પણ તે દરેક ઋતુમાં વાદળાંવાળી સ્થિતિમાં તેમજ વાદળાં વગરની સ્થિતિમાં મમે તેટલી હંચાઇએ અને ત્યાં જોઇએ ત્યાં તે ઓછી અથવા વધારે રહેલી હોય છેજ.

પ્ર૦ માત્ર ચોમાસાની ઋતુમાંજ કેમ તેની અસર માલમ પડે છે ?

ઉ૦ બીજી ઋતુઓમાં વાદળાં પુરેપુરાં બંધાયેલાં હોતાં નથી તેમજ હવા મુકી હોઇ મંદવાહક હોય છે જેથી વિરૂદ્ધ વિદ્યુત્વાળાં વાદળાં-માંની વિદ્યુતોને મળવાનો પ્રસંગ આવતો નથી, પણ ચોમાસાની મોસમમાં વાદળાં પુરેપુરાં ધટ્ટ થએલાં હોઇ તેમાં વિદ્યુતનો જથ્થો વિશેષ હોય છે જેથી એક બીજને ધણા બળથી આકર્ષે છે તેથીજ તેની અસર ઝટ માલમ પડે છે.

પ્ર૦ વાતાવરણમાં એટલી બધી વિદ્યુત ક્યાંથી આવતી હશે ?

ઉ૦ દરેક પદાર્થમાં વિદ્યુત રહેલી છે, એ પ્રમાણે વાતાવરણમાં

પણ કુદરતી રીતે વિદ્યુત રહેલી હોવી જોઈએ, પણ એ બાબતની ચોક્કસ માહિતી વિદ્વાનો અઘાપિ મેળવી શક્યા નથી.

પ્ર૦ આકાશમાં થતી વીજળીનો દેખાવ કેવો હોય છે ?

ઉ૦ કોઈક વખતે ચમકારો ધણો લાંબો, કોઈ વખતે સર્પાકાર અને કોઈ વખતે ઝાડનાં બોડાં ડાળાં જેવો હોય છે,

પ્ર૦ વીજળી પડવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ ચોમાસાની ઋતુમાં વાદળો પૃથ્વીની ઘણાં નજીક આવી જાય છે તેથી તેમાંની એક પ્રકારની વિદ્યુત પૃથ્વીમાં રહેલી મિશ્ર વિદ્યુત-માંથી વિરૂદ્ધ જનની વિદ્યુતતા સમાગમમાં આવે છે ત્યારે વીજળી પડે છે.

પ્ર૦ વીજળી વિશેષે કરીને ક્યાં પડે છે ?

ઉ૦ મોટી ધમારતો, ઝાડ વગેરે ઉંચી વસ્તુઓ વાદળોની નજીક હોવાને લીધે તેના ઉપર પડે છે, અને તેમાં એ મુખ્યત્વે કરીને જે વસ્તુઓ વિદ્યુતવાહક અને અણીદાર હોય છે તે પર તેને પડવાનો સંભવ વધારે છે.

પ્ર૦ વીજળી પડવાથી શું નુકસાન થાય છે ?

ઉ૦ ધમારતો, પ્રાણીઓ, વનસ્પતિ કે તેના સંબંધમાં આવનારી હરકોઈ વસ્તુને નાશ કરે છે.

પ્ર૦ વીજળીથી બચવા માટે શા ઉપાયો કરવામાં આવે છે ?

ઉ૦ વીજળીથી ધમારતોનું રક્ષણ કરવા માટે તાંબાની પહોળી પટ્ટી લઈ તેના એક છેડે જમીનમાં ઉડો ઉતારવો અને બીજે છેડે લોખંડનો અણીદાર સળીઓ સાંધી લઈ તે છેડે મકાનથી શુમારે ૧૦ થી ૧૫ ફુટ ઉંચો રાખવો; ને તાંબાની પટ્ટીને હીંગાવની બકારની

બાળુએ જડી લેતી. આમ કરવાથી વીજળી ધર પર ન પડતી  
સળીઓ વાહક હોવાથી તેમાં થઈ પાવરી જમીનમાં ઉતરી જશે.

પ્ર૦ આકાશમાં ગર્જના થાય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ વિદ્યુત ગુણવાળી વિદ્યુતો અરસ્પરસ ધણા જોરથી મળે છે  
ત્યારે અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે, અને તેની સાથેજ ચમકારો [પ્રકાશ]  
પણ ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ વીજળીનો ચમકારો દેખાયા પછી ગર્જના સંભળાય છે  
તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ પ્રકાશનો વેગ એક સેકન્ડે ૧૮૬૦૦૦ મૈટ્ર છે અને અવા-  
જનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૧૦૦ ફુટ છે તેથી પ્રકાશ પહેલો અને પછી  
ગર્જના સંભળાય છે. કેટલીક વખતે પવનના અતિ વેગને કીલે જ-  
ર્જના દ્વર ઘસડાઈ જવાથી તે આપણે સાંભળી શકતા પાયુ નથી.

## ૧૭. લોહચુંબક અને હોઝાયન્ટ.

પ્ર૦ લોહચુંબક એ શી વસ્તુ છે ?

ઉ૦ એ ખનિજ પદાર્થ હોય તેમાં લોહને ખેંચવાનો ખાસ ગુણ  
હોય છે. તેમજ કુદરતી રીતે લોહચુંબક કે લોહકાંતમાં છે તેવો ગુણ  
આપણે લોખંડને આપણે શરીરોએ છીએ.

પ્ર૦ બનાવટી લોહચુંબક શી રીતે બનાવાય છે ?

ઉ૦ ગળવેલતા કકડા ઉપર ખનિજ લોહચુંબક ઘસવાથી મજબૂ-  
તમાં લોહચુંબકનો ગુણ આવે છે.

પ્ર૦ લોહચુંબકની અસર લોહા ઉપર શી થાય છે ?

ઉ૦ લોહચુંબકને સોય કે કુંચી જેવી વસ્તુ ચોટી જાય છે તે વખતે  
તે સોય કે કુંચીમાં પણ ચુંબક ગુણ આવે છે તેથી તેને હેડબીટ

સોય કે કુંચી વળગી જાય છે, પણ લોહયુગ્મક સાથેનો સંપર્ક થોડી નાખતાં તેમાંનો એ ગુણુ જતો રહે છે.

પ્ર૦ લોહયુગ્મક વડે કયા ચમત્કારો બતાવી શકાય છે ?

ઉ૦ થાળીમાં ફેટલીક સોયો મૂકી થાળીની નીચે લોહયુગ્મક આમ તેમ ફેરવવાથી સોયો પણ તે પ્રમાણે થાળીમાં દોડાદોડ કરશે. મદારી લોકો નાનાં પાણીમાં તરી શકે તેવાં રમકડાંની ચાંચમાં અગર મેના કાષ્ઠ ભાગમાં લોખંડની ઝીણી સોય રાખે છે, અને પછી તેને પાણીમાં તરતાં મુકે છે. પછી પોતાના એક હાથમાં લોહયુગ્મક રાખી તેને આડઅવળી ફેરવે છે તે પ્રમાણે રમકડાં પાણીમાં દોડાદોડ કરે છે; આથી જેનારને ગમત પડે છે. લોહયુગ્મકના ગુણુવાળી સોયને જીવના કંકડામાં ધાલી તે જીવને પાણીમાં તરતો મૂકવાથી તેના બે છેડા સદા ઉત્તર દક્ષિણ રહે છે. તે સોયને ગમે તેમ ફેરવીશું તોપણુ તે એજ દિશામાં ફરી જાય છે, પરંતુ તેની નજીક લોહયુગ્મક લાવવાથી તે કાટખુણે આવી જાય છે.

પ્ર૦ લોહયુગ્મક ગુણુ લોહાના સળીઆમાં કયે રચળે છે ?

ઉ૦ એ ગુણુ હંમેશ તેના બે છેડા ઉપરજ રહે છે. છેડા સિવાય બીજે રચળે લોહાનો વહેર કુંચી કે સોય ધરીશું તો તે આકર્ષણે નહિ.

પ્ર૦ લોહયુગ્મકના ગુણુવાળી સોયમાં ઉત્તર દક્ષિણ રહેવાનો ગુણુ છે તેનો બ્યવહારમાં શો ઉપયોગ થાય છે ?

ઉ૦ એ ગુણુનો ઉપયોગ કરી હોઝાયંત્રો બનાવવામાં આવે છે. જેથી તે યંત્રની મદદથી ઉત્તર અને દક્ષિણ દિશા શોધી શકાય છે.

પ્ર૦ હોઝાયંત્રની બનાવટ સમજાવો.

ઉ૦ એ યંત્ર બનાવવામાં ધાતુની એક ચળકતી ગોળ કાચના હોઝાયંત્રવાળી ઘણડી, દિશાઓ તથા ખૂણાઓનાં નામ લખેલાં ગોળ

કાગળ, અને ચુંબકગુણવાળી સોય એ ત્રણ વસ્તુઓની જરૂર પડે છે. કાગળને દાખડીથી અંદર જડવામાં આવે છે તેની વચમાં એક ઝીણી ધરી રાખી તેના ઉપર ચુંબક ગુણવાળી સોય એવી રીતે ખાંચ પાડીને જડવામાં આવે છે કે તે સહેલાઈથી ગમે તેમ કરી શકે. આ પ્રમાણે તૈયાર થએલા યંત્રને હોકાયંત્ર કહે છે.

પ્ર૦ હોકાયંત્રનો ઉપયોગ સમજાવો.

ઉ૦ પહાણવટીઓ જ્યારે જરૂરીઆમાં મુસાફરી કરતા હોય છે ત્યારે અખણપ્રયા પ્રદેશમાં તેમને દિશાનું જ્ઞાન રહેતું નથી. સૂર્ય, ચંદ્ર, તારા વગેરેની મદદથી દિશા સમજાય, પરંતુ જ્યારે આકાશ વાદળાં-વાળું હોય છે, રાત્રી અંધારી હોય છે અથવા કોઈક સ્થળે પુષ્કળ ધુમસ હોય છે ત્યારે આકાશી પદાર્થો જોઈ શકતા નથી. તે વખતે દિશા ઓળખી શકાતી નથી. આવી સ્થિતિમાં આ યંત્ર તેમને ઉપયોગી નીવડે છે. તેના વડે દિશાનું જ્ઞાન થવાથી પોતાને ધારેલે સ્થાને જઈ શકાય છે.

પ્ર૦ હોકાયંત્રનો ઉપયોગ કરવાની રીત સમજાવો.

ઉ૦ સોયનો ઉત્તર તરફ રહેનારો અર્ધ ભાગ સહેજ કાળો હોય છે, અને બીજો અર્ધ ભાગ ચળકતો હોય છે. હવે જ્યારે દિશા જોવી હોય છે, ત્યારે દાખડીને ફેરવીને સોયના કાળા છેડા નીચે કાગળમાં ઉત્તર દિશા લખેલું સ્થળ લાવે છે જેથી બીજી અર્ધી દિશાઓ માલમ પડી આવે છે. કાર્ડબોર્ડ ઉપર દિશાઓ માટે ગુજરતી શબ્દો વાપરેલા હોતા નથી, પણ અંગ્રેજી ભાષાના શબ્દો લખેલા હોય છે. અંગ્રેજીમાં પૂર્વ પશ્ચિમ, ઉત્તર અને દક્ષિણ એ શબ્દોને બદલે અનુ-ક્રમે ઈસ્ટ, વેસ્ટ, નોર્થ અને સાઉથ એ શબ્દો વપરાય છે. પત્તા ઉપર એ આખા શબ્દો ન લખતાં તે શબ્દોના પહેલા અક્ષરો લખે-

લા હોય છે. 'ઇસ્ટ' ને સ્થળે E, 'વેસ્ટ' ને સ્થળે W, 'નોર્થ' ને સ્થળે N અને 'સાઉથ' ને સ્થળે S લખેલા હોય છે. જેથી દિશા એવી હોય ત્યારે સોયના કાળા ભાગ નીચે N લાવવામાં આવે છે.

પ્ર૦ લોહચુંબકનાં જુદાં જુદાં નામ કહો.

ઉ૦ ચુંબક, લોહચુંબક, લોહકાંત, ચમક્યાણુ, વગેરે નામ છે.

પ્ર૦ લોહચુંબકની ઉત્પત્તિ કયા દેશમાં છે ?

ઉ૦ લોહચુંબકના પત્થર સ્વીડન, એશિઆમૈનર, ચીન વગેરે સ્થળે મળી આવે છે. હાલમાં ગજવેલ લોહમાં ચુંબકનો ગુણ દાખલ કરી તેનોજ બહુધા ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

પ્ર૦ હોકાયંત્રની શોધ કાણે કરી ?

ઉ૦ મેગ્નેટસ્ટોન [લોહચુંબકના પત્થર] માં આકર્ષણ શક્તિ અને તેની શોધ ગ્રીક અને ચીના લોકોએ કરી છે; પણ હોકાયંત્રની અણીઓ સદા ઉત્તર દક્ષિણ રહે એ શોધનું માન 'રાજર બેકન' નામના વિદ્વાનને ધટે છે. એ વિદ્વાને એ તત્વ સિદ્ધ કર્યા પછી હોકાયંત્ર બનાવવામાં આવ્યાં છે.

## ૧૮. હવાની ધટના.

પ્ર૦ હવાની ધટના એટલે શું ?

ઉ૦ હવાનું બંધારણ અથવા હવામાં કયાં કયાં દ્રવ્યો બનેલા છે તે.

પ્ર૦ હવામાં કયા કયા પદાર્થો મળેલા છે ?

ઉ૦ ઓક્સિજન અથવા પ્રાણવાયુ અને નૅટ્રોજન એ બે મુખ્ય છે. એ ઉપરાંત કાર્બોનિક એસિડ ગ્લાસ, પાણીની વરાળ, આર્ગોન, એમોનિયા, નૅટ્રિક એસીડ વગેરે પદાર્થોનું હવામાં થોડું પ્રમાણ છે.



વળી એ વસ્તુઓ સિવાય સેન્દ્રિય જંતુઓ તથા ધુળની અને ખીખ પદાર્થોની ઝીણી રજકણો વગેરે ખીખે કચરો હવામાં ધણીવાર દીઠામાં આવે છે.

પ્ર૦ હવામાં રહેલાં દ્રવ્યોનું પ્રમાણ કહો.

ઉ૦ હવાના મુખ્ય બે ઘટકો ઓક્સિજન અને નૈટ્રોજન ૧ : ૪ ના પ્રમાણમાં છે, પાણીની વરાળ સાધારણ રીતે ૧ થી ૧૧ ટકા જેટલી હોય છે, આર્ગોન નામનો નવો શોધેલો વાયુ હવામાં એક ટકા જેટલો છે, અને કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસનું પ્રમાણ ૦૫ ટકા હોય છે, બાકીનાં દ્રવ્યો એથીએ જુજ પ્રમાણમાં રહેલાં છે.

પ્ર૦ હવામાં ઓક્સિજન કેટલો છે તે પ્રયોગદ્વારા સમજાવો.

ઉ૦ લોહાના થોડા વહેર લઈ તેને મક્કમલની કાચળીમાં ભરી કચના સળીઆને છેડે તે બાંધીએ. કાચળીને બીધી કરી તેના છેડા નીચે રહે એવી રીતે સળીઆને ખાલી સીસામાં મૂકીએ. પછી કચની છાછર રક્તખીમાં પાણી ભરી તેમાં સીસો ડૂબો મૂકીએ, ખરે-ખરે જોતાં સીસો ખાલી ન હોતાં તેમાં વા છે. એ વા પાણીને લીધે બહારના વાયુ વીખુટા પડેલો છે. થોડા દિવસ પછી પાણી સીસામાં ચઢેલું અને થોડા વા ઓછો થયેલો જણાશે. એ પાણીને માખી જોષથું તો સીસામાં જેટલો વા માછ શકે તેના પંચમશ જેટલું થશે. એ પરથી જણાય છે કે પાંચમા ભાગ જેટલો વા ઘટ્યો છે. વળી લોહાના વહેરને કાટ ચઢેલો દીઠામાં આવશે. કાટ ચઢવાનું કારણ એ છે કે સીસામાંના વાયુ માંહેલો ઓક્સિજન લોહાના વહેરમાં ગયો. એજ કારણથી વા ઓછો થઈ સીસામાં પાણી ચઢ્યું.

પ્ર૦ એ પ્રયોગ ઉપરથી શું જણવામાં આવ્યું ?

ઉં હવાના અમુક જથામાં ઓક્સિજનનું પ્રમાણુ ૧ છે; અને હવામાંના ઓક્સિજનને લીધેજ ધાતુઓ કટાય છે. કટાવું, અને કઠોવું એ પણ ધીમે ધીમે થતું દહનજ છે.

પ્ર૦ હવાના સાધારણ ઉષ્ણતામાને પણ ઓક્સિજન સાથે વધારે સહેજાપથી ભળી જાય અને પ્રયોગ ઝટ થઇ શકે એવો પદાર્થ કયો ?

ઉં ફેસ્ફરસ.

પ્ર૦ ફેસ્ફરસ શું છે ?

ઉં હાડકાંમાંથી નીકળતો ઝટ સળગી ઉઠે એવો એક પદાર્થ છે.

પ્ર૦ એ સળગી ઉઠે તેનું કારણ શું ?

ઉં અતિશય જ્વાળામુહી હોવાને લીધે હવાના સાધારણ ઉષ્ણતામાને પણ તેનો હવામાંના ઓક્સિજન સાથે રસાયની સંયોગ થાય છે.

પ્ર૦ ત્યારે જળવી રાખવા માટે શું કરવું જોઈએ ?

ઉં કાચની શીશીમાં પાણી ભરી તેમાં એને રાખવો પડે છે.

પ્ર૦ પાણીમાંથી એને શી રીતે બહાર કાઢી શકાય ?

ઉં હાથે વતી કાઢીએ તો ફેરો પડતાની સાથેજ હાથની ગરમીથી સળગી ઉઠી હાથ બાળી નાખે છે. તેનો જખમ શરીર ઉપર જખરો થાય છે, માટેજ તે શરીરે ન અડકે તેની બહુ કાળજી રાખી ચીમટી વડે કાઢવામાં આવે છે.

પ્ર૦ ફેસ્ફરસનો પ્રયોગ સમજાવો.

ઉં બહાર રકાખીમાં પાણી ભરી તેમાં દાખલીતું એક હાંકણું તરતું મૂકા, પછી તેમાં શાહીયુક્ત કાગળ વડે ફેરો પાડેલી વડાણા જેટલી એક ફેસ્ફરસની કણકી મૂકા, આમ કરવાથી આપોઆપ ફેસ્ફરસ સળગી ઉઠશે. જો પૂરેપૂરો ફેરો ન પડ્યો હોય તો તેને

દીવાસળી વડે સળગાવવો જોઈએ. પછી તરતજ તેના ઉપર નીચેથી ખુલ્લો અને ઉપરથી સળગડ બુચ મારેલો હોય તેવો એક શીશ મૂકવો. થોડા વખતમાં ફેરફારમાં હોલવાઈ જશે, અને શીશો ધુમાડાથી ભરાઈ જશે. ત્યાર પછી શીશાને ઠંડો પાડવા સારૂ તેના ઉપર ઠંડું પાણી રેડવું. શીશો ઠંડો પડવાથી તેમાંનો ધુમાડો પાણીમાં ઠરી જશે, અને વાતાવરણ ઠંડું પડી સંકાચાશે. આથી રકાબીમાંનું પાણી શીશામાં ઊંચું ચઢશે. સંભાળપૂર્વક માપ લઈશું તો જણાશે કે શીશામાં જે ભાગ જેટલું પાણી ઊંચું ચઢી રૂં ભાગ ખાલી રહેશે.

પ્ર૦ એ પ્રયોગ ઉપરથી શું શીખ્યા ?

ઉ૦ ફેરફારમાં બળવાથી હવામાંનો ઓક્સિજન ખપી ગયો અને તેની જગા રકેબીમાંના પાણીએ લીધી. વળી ખાલી શીશાનું માપ લેવાથી જણાયું કે હવાના એકંદર જથ્થામાં ઓક્સિજન પાંચમાં ભાગનો છે.

પ્ર૦ તારે બાંધેલી મીજુબત્તીને શીશાનો બુચ ઉઘાડી અંદર મૂકવાથી શું થાય છે ?

ઉ૦ હોલવાઈ જાય છે.

પ્ર૦ શા કારણથી ?

ઉ૦ ઓક્સિજન નહિ મળવાથી.

પ્ર૦ હવે બરણીમાં ખાલી ભાગમાં શું રહ્યું હશે ?

ઉ૦ હવાનો બીજો ઘટક નૈટ્રોજન છે.

પ્ર૦ મીજુબત્તીવડે તપાસતાં નૈટ્રોજનમાં કયો ગુણ જણાયો ?

ઉ૦ એ વાયુ દહનને આપતો નથી.

પ્ર૦ એ ઉપરાંત એના ખાસ લક્ષણ કયાં છે ?

ઉ૦ તેમાં કોઈ પ્રાણી જીવી શકતું નથી, તેનું કારણ નૈટ્રોજન

જાતે ઝેરી નથી પરંતુ ઓક્સિજનના અભાવેજ તે મરી જાય છે, વળી નૈટ્રોજન એ શીત વાયુ છે, તેથી કોષ પદાર્થ સાથે સહેલાઈથી વળી જતો નથી. એમાં સ્વાદ અને વાસ નથી.

પ્ર૦ ફોસ્ફરસના પ્રયોગ વખતે બરણીમાં જે ધુમાડો બરાચો હતો તે કયા કયા પદાર્થોનું મિશ્રણ હશે ?

ઉ૦ ફોસ્ફરસ અને ઓક્સિજનનું રસાયણી મિશ્રણ.

પ્ર૦ એમાં કયો ગુણ છે ?

ઉ૦ એ ઝેરી વાયુ હોઈ પ્રાણીને ગુંગળાવી નાખે છે. તેથી તે દમમાં ન જાય તેની કાળજી રાખવી.

પ્ર૦ લાકડાં બાળવાથી કયો વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે ?

ઉ૦ જેમાં કાર્બન રહેલો છે તેની દહનક્રિયાથી કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ ઉત્પન્ન થાય છે. લાકડાં, કાચલા, મીણુખત્તી. દીવેલ, તેલ, ફોર્સાસિન વગેરેમાં કાર્બન હોવાથી તેના દહનથી કાર્બોનિક એસિડ ગ્યાસ ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ ફોસ્ફરસને બદલે કપુર કે મીણુખત્તી વડે પ્રયોગ સિદ્ધ થાય કે નહિ ?

ઉ૦ તેના વડે કામ ચલાઉ પ્રયોગ થઈ શકે ખરો, પણ તેના દહનથી બરણીમાં કાર્બોનિક એસિડ વાયુ ઉમેરાય તેથી પ્રમાણમાં ફેર પડી જાય.

### ૧૯. હવામાંના વાયુના ગુણ.

પ્ર૦ વાતાવરણ કયા કયા વાયુઓનું બનેલું છે ?

ઉ૦ ઓક્સિજન નૈટ્રોજન, કા૦ એ૦ ગ્યાસ અને પાણીની

વરાળ; એ ઉપરાંત હૈડોજન, આર્ગોન, અમોનિયા, નૈટ્રિક એસિડ વગેરે જીવ પ્રમાણમાં હવામાં રહેલા છે.

૩૦ ઓક્સિજન મેળવવાની રીત કહો.

ઉ૦ મેંગેનીઝ ડાયોક્સાઇડ અને પોટેશ્યમ ક્લોરેટ સરખા પ્રમાણમાં થોડા થોડા લઈ એક તાંબાના વાસણમાં ભરી ખૂબ તપાવવાથી તેમાંથી ઓક્સિજન નીકળશે. એ વાયુને ભેગો કરવા માટે વાસણમાંથી નીકળતો વાયુ એક નળીદ્વારા પાણી ભરેલા વાસણમાં લઈ જવો અને તે નળીના ખીન્ને છેડા પાણીની અંદર જ રાખી તેના ઉપર પાણી ભરેલી શીશી ઉંઘી મૂકવી. આમ કરવાથી નળીમાં થઈ આવતો વાયુ શીશીમાં દાખલ થશે, અને તેમાંનું પાણી ખાલી થતું જશે. એ પ્રમાણે શીશીમાંનું પાણી તદ્દન ખાલી થઈ જાય એટલે ઓક્સિજન તેમાં દાખલ થવા દેવો. એ શીશી પાણીમાંથી ઉઘીને ઉંઘી જ બહાર કાઢવી. કેમકે જો શીશીને ચતી કરવામાં આવે તો વાતાવરણ કરતાં ઓક્સિજન હલકો હોવાથી શીશીમાં ન રહેતાં બહાર નીકળી જશે.

૩૦ ઓક્સિજનના ગુણ કહો.

ઉ૦ ઓક્સિજનની શીશીમાં ધગધગતો અંગારો ધરીશું તો તેનો લાડકો થઈ બણી ઝડપથી અને ઝગઝગ બળશે. એજ પ્રમાણે હરકોઈ વસ્તુ વાતાવરણમાં બળે છે તેના કરતાં ઓક્સિજનમાં વધારે ઝડપથી અને ચળકાટથી બળે છે. જો વાતાવરણમાં ઓક્સિજન ન હોત તો કોઈ પણ પદાર્થ બળી શકત નહિ. એ વાયુ રંગ વગરનો હોઈ તેમાં સ્વાદ કે વાસ નથી. એ વાયુ જલતે બળતો નથી, પરંતુ સઘળી દહન-ક્રિયા એના વડે જ ચાલે છે. વળી ઓક્સિજન બહો અંગ ગ્રહીતો હોઈ પદાર્થો સાથે બણી મહેલાઈથી બળી જાય છે. ધાતુઓ સાથે તેના

મળવાથી ધાતુઓ કટાઇ જાય છે. કટાવું, કઢોવું, શ્વસનક્રિયા વડે લોહીનું શુદ્ધ થવું એ પણ ધીમાં દહનજ છે. ઓક્સિજનનો ધણો ભાગ તેની એ ચંચળ પ્રકૃતિને લીધે બીજાં દ્રવ્યો સાથે સંયોજનલોજ રહે છે. વાતાવરણમાં જે ઓક્સિજન છે તેમજ પાણીની અંદર જે ઓક્સિજન ઓગળેલો છે તેજ માત્ર છુટો છે. એ તેના એકંદર જથ્થાનો શુમારે વીસ લાખમો ભાગ છે, જે ઓક્સિજન એથી વધારે છુટો હોત તો અતિશય ગરમ હોવાને લીધે પ્રાણી કે વનસ્પતિ ટકી શકત નહિ તેમજ સઘળા ધન અને પ્રવાહી પદાર્થો વાયુરૂપ સ્થિતિમાં આવી જાત.

પ્ર૦ નૈટ્રોજન મેળવવાની રીત કહો.

ઉ૦ બંધ બરણીમાં ફેસ્ફરસની કડકી બાળવાથી એ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. ઓક્સિજનની માફક એ પણ હલકો વાયુ હોવાથી ઉંધી રાખેલી શીશીમાંજ રહી શકે છે.

પ્ર૦ નૈટ્રોજનના ગુણ કહો.

ઉ૦ એ વાયુ અતિશય શીત છે તેથી બીજા પદાર્થો સાથે ઝડમળી જતો નથી. એ વાયુ જાતે ઝેરી નથી, પરંતુ ધણાખરા ઝેરી પદાર્થોમાં તે રહેલો છે. નૈટ્રોજન ભરેલી શીશીમાં જીવના પ્રાણીમાં મુકવાથી તે મરી જાય છે તેનું કારણ માત્ર તે શીશીમાં ઓક્સિજનનો અભાવ એજ છે. એ વાયુ જાતે બળતો નથી તેમજ દહનક્રિયાને મદદ કરતો નથી, પણ ઓક્સિજન સાથે મળી તેને શ્વસનક્રિયા માટે યોગ્ય બનાવે છે, પ્રાણી અને વનસ્પતિનાં અંગ રચનામાં અને તેને પોષણ આપવામાં તે ધણો ઉપયોગી છે. એ વાયુ જડ હોય એને રંગ, સ્વાદ કે વાસ નથી.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ ગ્લાસ મેળવવાની રીત કહો.

ઉ૦ એક કાચા પ્યાલામાં થોડો ચાકનો લુકો નાખી તે ઉપર મીઠાનો તેજળ રેડવાથી તેમાંથી કાર્બોનિક એસિડ વાયુ નીકળશે. એ વાયુ બારે હોવાથી પ્યાલામાંજ ભરાઈ રહેશે.

પ્ર૦ કાર્બોનિક એસિડ ગ્લાસના ગુણ કહો.

ઉ૦ એ વાયુ બધા વાયુઓમાં બારે હોવાથી પૃથ્વીની સપાટીએ વધારે રહે છે, તેમજ બધીઆર જગાઓમાં, ટાંકા, બોયરાં ખાલી કુવા વગેરે અવાવર સ્થળોમાં એકઠો થઈ રહે છે. કા૦ એ૦ વાયુ ઝેરી હોવાથી તેનો દમ લેતાં પ્રાણી તરતજ મરણ પામે છે. વાતાવરણમાં એનું પ્રમાણ વધી જાય છે ત્યારે તેની અસરથી માથું ચઢી આવે છે. એને રંગ કે વાસ નથી પરંતુ સ્વાદે ખટાશ પડતો છે. એ વાયુ બારે હોવાથી પાણીમાં ઓગળી જાય છે, અને તેથીજ તેને પાણીમાં ચંત્રાવડે. વશેષ પ્રમાણમાં ઓગળીને સોડાવોટર, લે. મોનેડ વગેરે બનાવવામાં આવે છે. એ વાયુ પડે બળતો નથી તેમજ બળતા પદાર્થ ઉપર રેડવાથી તેને યુગાવી નાખે છે તે બારે હોવાથી એક વાસણમાંથી બીજામાં રેડી શકાય છે, અને એજ કારણથી તે થતા વાસણમાં રહી શકે છે. એ મિશ્ર પદાર્થ હોષ કાર્બન અને ઓક્સિજનનો બનેલો છે. પ્રાણીને તે હાનિકારક છે. પરંતુ વનસ્પતિને ઘણો ઉપયોગનો છે. જ્યારે સર્વ પ્રકાર હોય ત્યારે છાંડવા અને વિશેષ કરીને તેમનાં પાદડાં પોતાના રંગ રચવા માટે આ વાયુમાંથી કાર્બન લે છે, અને બીજું તત્ત્વ જે ઓક્સિજન છે તેને છોડી દે છે. પ્રાણીઓ શ્વાસમાં હવામાંનો ઓક્સિજન લે છે; અને ઉચ્છ્વાસમાં કા૦ એ૦ ગ્લાસ કાઢે છે. આ પૂર્તિ કરનારી ક્રિયા બંનેને લાભકારી છે; અને એક એકને મદદ કરવાનું ઉત્તમ ઉદાહરણ છે.

પ્ર૦ એક ટેબલ પર ઓક્સિજન, નૈટ્રોજન, કાં એં ગ્લાસ, પાણીની વરાળ, હૈડ્રોજન કલોરૈન, કોલગ્લાસ, એમોનિયા વગેરે જુદા જુદા વાયુથી ભરેલાં વાસણો પડ્યાં છે તેમાંના વાયુ શો રીતે પારખી શકાય ?

ઉં પ્રથમ તો સર્વ વાયુઓમાં કાં એં વાયુ ભારે હોવાથી ઉધાં વાળેલાં પાત્રોમાં તે રહી શકતો નથી, તેથી એ વાયુ ભરેલાં પાત્રો ચતાં હોવાં જોઈએ. આ પ્રમાણે ચતાં મૂકેલાં પાત્રોમાંના કયામાં એ વાયુ છે અને કયામાં સાધારણ વાતાવરણ છે તે તપાસવા માટે સળગતી મીણખતી લઈ તેમાં ધરી જોવી. જે હવામાં જળી શકે છે તેવીજ રીતે તે જળી શકે તો પાત્રમાં વાતાવરણજ છે અને હોલ-વાઈ જાય તો કાં એં વાયુ છે એમ સમજવું અથવા નીતર્યું ચૂર્ણજેળ રેડવાથી જે વાસણમાં દુધ જેવું ઘોળું થઈ જાય તેમાં કાં એં વાયુ છે એમ સમજવું.

કોલગ્લાસ અને કલોરૈન, જાને રંગે પીળચટા હોવાથી ખીખ વાયુથી એ ઝટ ઓળખાઈ આવે છે. પરંતુ તેમાંનો કોલગ્લાસ કયો અને કલોરૈન ગ્લાસ કયો એ જાણવા સાર એક ઘોડતાળ આકારની કાચની નળી લઈ તેનો એક છેડો ઉધા રાખેલા વાસણમાં રાખી ખીજે છેડે સળગતી મીણખતી ચાંપવાથી નળીમાંથી આવતો વાયુ જળી શકે તો તે વાસણમાં ક્ષગલગ કોલગ્લાસ છે એમ સમજવું અને જળી ન શકે તે વાયુ કલોરૈન જાણવો.

કલોરૈન, એમોનિયા અને કોલગ્લાસની કડક વાસ આવે છે; પરંતુ તેમાંનો કોલગ્લાસ જળી શકે એવો વાયુ છે, કલોરૈન પીળચટો વાયુ છે, અને એમોનિયા રંગહીન છે. તેથી તેઓ પરખાઈ આવે છે.



હવે બાકી રહેલાં પાત્રો ઉંધાં મુકેલાં હશે તે દરેક તેવીજ સ્થિતિમાં ઉંચા કરી મહિ સળગતી મીણુખત્તી ધરવી. સાધારણ વાયુમાં બળી શકે છે તેના કરતાં વધારે ઝગઝગાટ રીતે મીણુખત્તી જે વાસણમાં બળી શકે તેમાં ઓક્સિજન વાયુ બરેલો છે એમ સમજવું.

નૈટ્રોજન દહનને મદદ કરતો નથી તેથી ઉંધાં રાખેલાં વાસણો પૈકી જે વાસણમાં મીણુખત્તી ધરવાથી હોલવાઇ જાય તેમાં નૈટ્રોજન છે એમ સમજવું. વળી એ વાયુ વડે ચૂર્ણજન ધોળું દૂધ જેવું થશે નહિ.

પાણીની વરાળ અદૃશ્ય હોઇ હવામાં વધારેમાં વધારે ૪ ટકા સુધીજ રહી શકે છે. એથી વધારે પ્રમાણમાં હોય તો ઘટ્ટરૂપ ધારણ કરી ધુમાડા જેવી દેખાય, અને એથી ઘટ્ટ થવાથી પ્રવાહી રૂપમાં આવી જાય છે. માટે તેને ઘટ્ટરૂપમાં લાવવા સારૂ પાત્રો ઉપર અને આબુઆબુ તરફ મૂકી જોવાથી વરાળ હોવાની ખાતરી થશે. વરાળવાળા વાસણમાં તેની અંદરની બાજુએ પાણીનાં ટીપાં બંધાઇ જશે.

હૈડ્રોજન વાયુમાં બળતો પદાર્થ હોવાવાઇ જાય છે. પરંતુ તે જાતે સપાટીએ બળી શકે એવો વાયુ હોવાથી એક ઘોડનાજ આકારની નળીનો એક છેડો ઉંધા પ્યાલામાં રાખી બીજે છેડે દીવાસળી ચાપવાથી કોણબાસની માફક બળવા લાગે તો તે વાસણમાં બરેલો વાયુ હૈડ્રોજન છે એમ સમજવું.

## ૨૦ કાળજી, ખરોળ અને મુત્રપિંડ.

પ્ર૦ શરીરમાં પેટનું સ્થાન કયું ?

ઉ૦ જાતીની નીચેની બખોલ ઉદર કહેવાય છે. ઉદર અને જાતી વચ્ચે ઉદરપટલ નામનો સ્નાયુનો પડો રહેલો છે.

પ્ર૦ જેને ઉદર અથવા પેટ કહીએ છીએ તેમાં કયા કયા અવયવો રહેલાં છે ?

ઉ૦ [૧] જઠર, [૨] નાનાં અને મોટાં આંતરડાં, [૩] કલેજુ કે કાળજી, [૪] પેશાબ (૫) માંસગોળ અને [૬] મૂત્રપિંડ. આ અંગોમાંના જઠર અને નાનાં મોટાં આંતરડાં પાચનક્રિયાને પ્રત્યક્ષ મદદ કરે છે, અને બાકીનાં અંગો પરોક્ષ મદદ કરે છે.

પ્ર૦ કાળજી શરીરના કયા સ્થળે રહેલું છે ?

ઉ૦ જઠરની જમણી બાજુએ પાંસળીઓની નીચે જ્યાં નાનાં આંતરડાંના આરંભ થાય છે ત્યાં એ આવેલું છે. તેનો મોટો અને નાનો એવા બે ભાગ છે. નાનો ભાગ શરીરના ડાબા પડખા બાજુએ આવેલો છે.

પ્ર૦ કાળજી અગર પિતાશયનું કદ કેટલું હશે ?

ઉ૦ એ અંગ માંસના ગોળા જેવું હોઈ પુખ્ત ઉંમરના માનુષના કાળજીનું વજન શુમારે ૩૦૦ ગ્રામ હોય છે. તે બાર ઇંચ લાંબું હોય છે.

પ્ર૦ કાળજીનો દેખાવ કહો.

ઉ૦ એને જોઈ શકીએ તો તેનો રંગ રતુમડો જુરો જણાશે. બહારનું પાસું લીલું અને ચપટું છે. માંહેલું પાસું ખરબચડું અને અસમાન છે. તેની અંદર નસો ગઝેલી છે, અને તેમાંથી નસો નીકળેલી છે. એ સર્વ અંગોમાં વધારે આશ્ચર્યકારક અને રમુજી હોઈ નાના નાના કાષોનો બનેલો માંસનો ગોળા છે. એ કાષોના આકાર વિચિત્ર છે. કાષોના પ્રત્યેક ભાગમાં પાચનક્રિયાને લગતું ઉપયોગી કાર્ય થાય છે.

પ્ર૦ કાળજી પિત્ત બનવાની ક્રિયા કેવી રીતે થાય છે ?

ઉં કાળજમાં ઉપલી બાજુ એ મુખ છે, તેનો સંમંધ જઠર સાથે થએલો હોય છે. એ મુખદ્વારા જઠરમાંની વસ્તુ કાળજમાં આવે છે. જઠર માંહેલા ખોરાકમાંથી લીધેલું વધારાનું માતખર લોહી એક માર્ગે થઇ અંદર જાય છે. એ લોહી કાળજના નાના કાષોમાં જઇ બદલાઇને તેનું પિત્ત બને છે. કાળજનું આ કાર્ય અટક્યા સિવાય નિરંતર ચાલ્યા કરે છે, માટે આવું સખત કામ કરવાને કાળજને ખોરાક મળવો જોઇએ. એ ખોરાક તાજુ લોહી છે. તે બીજે રસ્તે હૃદયમાંથી આવે છે. આ પ્રમાણે કાષોની મદદથી તૈયાર થએલું પિત્ત કાળજની નીચેના એક દ્વાર વાટે બહાર નીકળી એક કાથળીમાં ભેરું થાય છે, તેને પિત્તની કાથળી કહે છે. બીજા એક દ્વારવાટે વધેલું માતખર લોહી બહાર નીકળી નાનાં આંતરડામાં પહોંચે છે.

પ્ર૦ પિત્ત પાચનક્રિયામાં કેવી રીતે મદદ કરે છે ?

ઉં પિત્તની કાથળા ઘણી લાગણીવાળી છે તેથી ખોરાકનો નરમ થએલો લોંદો જઠરમાંથી આંતરડામાં જાય છે કે તરતજ સંદેશ પહોંચવાથી એ કાથળા ઊઘડી જાય છે કે એટલે પિત્ત નીકળે છે. એજ વખતે પેટની બબોલમાં જઠરની નીચે રહેલા માંસગોળ નામના અવયવમાંથી માંસરસ આવી ખોરાકના લોંદા સાથે ભળે છે, અને તેની સાથે પિત્તરસ મળે છે, તેથી ચરબી અને તેજવાળા પદાર્થને ઓગાળી પાચનક્રિયાને મદદ કરે છે.

પ્ર૦ કાળજનું પિત્ત ઉત્પન્ન કરવા ઉપરાંત બીજાં કયાં કાર્યો કરે છે ?

ઉં શર્કરા, ચરબી, છત્યાદિ કેટલાક પદાર્થોનો તે મોટો ખજાનો છે. અતિ માતખર લોહીમાંથી એ પદાર્થો લઇ ખપ પડે છે તેમ લોહીને તે પાછા આપે છે, વળી બીજી પુષ્કળ ક્રિયા જોડે એનો સંબંધ છે, પરંતુ તે વિષે હજી પુરેપુરી માહિતી મળી નથી.

પ્ર૦ અમુક માણસને પિત્તનું દર્દ થયું છે એમ કહીએ છીએ તેનો અર્થ શો ?

ઉ૦ કલેજાએ ધણું કરીને હદ ઉપરાંત કામ કર્યાથી પિત્તની ક્રિયાઓમાં પિત્ત વધી પડ્યું હોય છે, અને તેને લીધે બેચેની વગેરે પીડા થાય છે તેને પિત્તનું દર્દ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ કાળજીને નુકશાન થાયી પહોંચે છે

ઉ૦ ખીર નામનો દારૂ અથવા ખીજી કોઈ જાતનો મદીરા પીવાથી અને કેટલીક જાતનાં બગડેલાં માંસ તેમજ તમાકુ જેવાં કેટલાંક વ્યસનોથી કાળજીની નાજુક પેશીઓની ભારે ખરાબી થઈ એ અવયવના ગંભીર રોગો ઉત્પન્ન થાય છે.

પ્ર૦ ખરોળ કે પ્લીહા શરીરના કયા સ્થાનમાં રહેલું છે ?

ઉ૦ એ અવયવ જરૂરના ડાયા છેડાની થડમાં આવેલો છે.

પ્ર૦ ખરોળનું કાર્ય શું છે ?

ઉ૦ એ લોહીને કલેજામાં મોકલે છે તેથી જો ખરોળ બગડે તો કલેજાનું કાર્ય ધીમું પડી પાચનક્રિયાને હરકત પહોંચે છે. એ અવયવના કાર્યની ઝાઝી માહિતી મળી નથી, કહે છે કે લોહીના ઘટકો સાથે એનો સંબંધ છે.

પ્ર૦ ખરોળના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ ખોરાકને બદલીને તેનું લોહી બનાવવામાં જે ગોળા મદદ કરે છે તેમાંનો આ એક અર્ધા પૌન્ડનો ગોળો હોઈ તેનો રંગ જાંબુનો છે. તેનો કુમાશ ઘટ્ટ છે, અને તે ઘણું નાજુક અંગ છે. તેનું કદ હથેલી જેટલું હોય છે.

પ્ર૦ ખરોળને નુકશાન થાયી પહોંચે છે ?

ઉ૦ એ અંગ ઘણું નાજુક હોવાથી મેલેરિયા નામે ઝેરી તાવમાં

તે કુલે છે. બરોળ મોટી થાય છે તે વારે તે ફાટી જવાનો સંભવ છે. એ ફાટવાથી મરણ થાય છે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ એ બે નાના અવયવોનો આકાર શીંગના જેવો છે. એની લંબાઈ સુમારે બે ઇંચ છે. તેઓ કાષો અને નળીઓ એકઠી થઈને બનેલા જોળા છે.

પ્ર૦ શરીરમાં મૂત્રપિંડનું સ્થાન કહો.

ઉ૦ મૂત્રપિંડ પેટના નીચલા અને પાછલા ભાગમાં આવેલા હોઈ બરડાની કરોડને દરેક પડખે છેલ્લી પાંસળીની નીચે રહેલા છે. તેમની અંતર્ગોળ અથવા પોલી બાજુઓ પીડ લણી વળેલી છે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડનું કાર્ય સમજાવો.

ઉ૦ તેમનું કામ લોહીમાંનો મુતર નામે પ્રવાહી કચરો લુદો પાડવાનું છે, એ કચરો એક લાંબી નળી દરેક મૂત્રપિંડ કે ગુરદામાંથી નીકળી પેટની બંને બાજુએથી નીચે કાથળોમાં ઉતરે છે તેમાં જાય છે. એ કાથળોમાં મુતર એકઠું થઈ વખતે વખતે બહાર નીકળે છે. મૂત્રપિંડની એ નળીઓ સુમારે એક ફુટ લાંબી હોય છે.

પ્ર૦ મૂત્રપિંડને નુકસાન ક્યારે પહોંચે છે ?

ઉ૦ મહેનત કર્યા પછી મૂત્રપિંડને પવન નહિ લાગતા દેવાની સંભાળ રાખવી, કેમકે તેમને ઝટ શરદા લાગવાનો સંભવ છે. એવી શરદાથી દુઃખદાયક અને રમસીઆ રોગો થઈ લણીવાર મરણ નીપળે છે.

## ૨૧ સૂર્ય.

પ્ર૦ સૂર્યમાંથી પ્રતિક્ષણે ઉજ્જ્યતા અને પ્રકાશ મળે છે છતાં તે કેમ થઈ શકે પામતાં નથી ?

ઉં આપણી પૃથ્વી ઉપર જે ગરમી આવે છે તે સૂર્યની ગરમીના પ્રમાણમાં ઘણીજ ઓછી છે. આટલી થોડી ગરમીથી તેની ગરમી એકદમ ઘટતી નથી, તોપણ વિદ્વાનોની શોધ પ્રમાણે સૂર્યનું દ્રવ્ય ધીમે ધીમે સંકોચાતું જાય છે, અને એ પ્રમાણે થતું ધનીકરણ નવી ગરમી ઉત્પન્ન કરીને એ ખોટ પુરી પાડે છે. વળી આકાશમાં રહેલા ફેટલાક ખરતા તારા આકર્ષણથી એંચાઈ તેમાં પડીને બળવા મારે છે. એ રીતે પણ તેની ફેટલીક ખોટ પુરી પડે છે. આમ છતાં પણ ધણે કાળે સૂર્ય પણ પૃથ્વી અને ચંદ્રની માફક ઠંડો પડી જાય એ સંભવિત છે, પણ એ કામ એટલું બધું મોટું છે કે સૂર્ય કદાપિ ઠંડો પડવાનો નથી એમ કહીએ તો ચાલી શકે.

પ્ર૦ સૂર્યનું કદ અને વજન પૃથ્વી સાથે સરખાવો,

ઉં તે આપણી પૃથ્વીથી તેર લાખ ગણો મોટો છે, પણ તે ધણે દૂર [ ૬ કરોડ ૩૦ લાખ માઇલ ] હોવાથી નાનો દેખાય છે. પૃથ્વીના પરમાણુ જેટલા તેનાં પરમાણુ ઘટ્ટ નથી, કેમકે તેમાં રતેલાકણે બળ પૃથ્વીથી ચોથા ભાગનું છે. તેથી પૃથ્વીથી ( ૧૩ લાખ ÷ ૪ ) સવા ત્રણ લાખ ગણો ભારે છે. એટલે પૃથ્વી જેટલુંજ સૂર્યનું દ્રવ્ય વજનમાં ચોથા ભાગનું થાય છે.

પ્ર૦ દૂરબીનમાંથી જણાતા સૂર્યના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉં નરી આંખે જોતાં સૂર્યનું પૃષ્ઠ ચપટું જણાય છે, પણ દૂરબીનમાંથી જોતાં ગોળ દેખાય છે. આખને ઇજા ન થાય માટે તેની નિરીક્ષા કરતી વખતે દૂરબીનમાં કાળો કાચ ગોઠવવાની અથવા ખીજી કાંઈ સામગ્રી રાખવાની સંભાળ લેવી. સૂર્યનો આખો ગોળો પ્રકાશિત છે, પણ તેનો અર્ધો ભાગ માત્ર આપણને દેખાય છે. સૂર્યના પૃષ્ઠ પર દૂરબીનમાંથી જોતાં હામહામ કાળા ડાંધા દેખાય છે, એ ડાંધા ઉપરથી સૂર્ય સંખંધી પુષ્કળ માહીતી મળે છે.

પ્ર૦ સૂર્યના ડાઘા ઉપરથી આપણને શું જ્ઞાન મળે છે ?

ઉ૦ તે ડાઘા પશ્ચિમ ભણી ગતિ કરતા માલમ પડે છે. તેમાંના ક્રોધ ડાઘાને ઓળખી રાખીને પશ્ચિમ ભણી અદસ્ય થતો નિહાળીશું તો આશરે બાર દિવસે પૂર્વ તરફ દેખાઈ ૨૫ દિવસે અસલ સ્થળે આવશે. એ ઉપરથી જણાય છે કે સૂર્ય પોતાની ધરી ઉપર નિરંતર ફરે છે, અને આશરે ૨૫ દિવસમાં એક પ્રદક્ષિણા પૂરી કરી રહે છે.

પ્ર૦ સૂર્યમાં દેખાતા ડાઘાનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ સૂર્ય ઉપર દેખાતા ડાઘા એ સૂર્યના તેજોમય પૃષ્ઠમાં વાયુઓથી ભરેલાં બાકાં છે. આ વાયુઓ નીચેથી પ્રકાશને બહાર નીકળી જવા દેતા નથી, પણ તેનું શોષણ કરે છે. એમાંના કેટલાક ડાઘા લાખો માઈલના વિસ્તારવાળા છે. તેઓ હંમેશાં બદલાયા કરે છે. એકનો એક ડાઘો અમુક વખતે દેખાયા પછી અદસ્ય થાય છે, એનું જોવામાં આવ્યું છે કે દર ૧૧૩ વર્ષે તેમની સંખ્યા વધારેમાં વધારે હોય છે.

પ્ર૦ સૂર્ય ઉપરનાં આવરણો ગણાવો.

ઉ૦ (૧) તેજવરણ, [૨] રંગાવરણ અને [૩] મુકુટાવરણ.

પ્ર૦ તેજવરણનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ સૂર્યના વચલા બદ્ બાબને તેજવરણ કહે છે. આ આવરણ લોહું, નીકલ, રૂપું સોનું, ઇત્યાદિ કેટલીક ધાતુઓની વરાળ અને વાયુઓનું બનેલું છે. સૂર્યમાંની કેટલીક વરાળ શાની બનેલી છે તે અણપિ જણવામાં આવ્યું નથી.

પ્ર૦ રંગાવરણ વિષે શું જાણો છો ?

ઉ૦ આ આવરણ તેજવરણની ઉપર હોય તેમાં થઇ પ્રકાશ આવે છે, તે સૂર્યની આસપાસ હજારો માઈલ લાંબું પ્રસરેલું હોય હલકી વરાળનું બનેલું છે.

પ્ર૦ મુકુટાવરણુ વિષે શું જાણો છો ?

ઉ૦ રંગાવરણુની આસપાસ લાખો માઇલના વિસ્તારમાં પ્રસરેલું છે, પરંતુ તે શાનું બન્યું છે તે અદ્યાપિ જાણવામાં આવ્યું નથી.

પ્ર૦ આ આવરણોનો ઉપયોગ કહો.

ઉ૦ જો આ આવરણો ન હોત તો પૃથ્વી પર હાલ પડે છે તેથી અમણો તાપ પડત.

પ્ર૦ એ આવરણો ક્યારે જોઇ શકાય છે ?

ઉ૦ જેમ દિવસે સૂર્યના પ્રકાશને લીધે તારા દેખાતા નથી તેમ આવરણો જોઇ શકાતાં નથી. તથાપિ સુર્યનું ખગાસ ગ્રહણ થાય છે ત્યારે રંગાવરણુ અને મુકુટાવરણુ જોઇ શકાય છે. આખે ઝાંઝવા ન થળે તેટલા માટે સવારમાં તેની સામું જોઇએ તો વચ્ચે પ્રકાશિત તેજવરણુનો ઝોળો દૃષ્ટિએ પડે છે.

પ્ર૦ આવરણો ઉપરાંત સુર્યમાં જે ચળકતા ઢેકા દેખાય છે તેનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ એ ઢેકાઓ સુર્યમાંથી નીકળતા પ્રકાશિત વાયુના સમૂહો હોઇ કોઇ વાર તેઓ તેજવરણુથી દૂર લાખો માઇલ લગી લાંબા બન્યા છે. તેઓમાં હમેશાં ફેરફાર થાય છે, અને તેમની અતિ કોઇવાર એક સેકન્ડે દોઢસો માઇલ હોય છે.

પ્ર૦ સુર્ય ઉપર તોફાનો શાથી દેખાય છે ?

ઉ૦ સુર્યનું વાયુરૂપી દ્રવ્ય અતિશય ગરમ હોવાને લીધે તેમ તોફાનો થાય છે, અને તેને લીધે તેના પૃષ્ઠ ઉપર નિરંતર આરે ઉ ચલપાચલ થયા કરે છે.

પ્ર૦ સુર્યની મહત્તા સમજાવો.

ઉ૦ સૃષ્ટિની સમગ્રી ઉપજીતા અને પ્રકાશનું મૂળ અને બંધાર



સૂર્ય છે. સૂર્ય વડેજ પૃથ્વી ઉપર રાત્રિદિવસ, ઋતુભેદ વરસાદ વગેરે સંધળા ફેરફારો થાય છે. પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિનાં જીવન તેના વડેજ ટકી રહ્યાં છે. તેથી તેજ સૃષ્ટિનો આધાર છે. વળી સૂર્યમાંથી પૃથ્વી વગેરે સર્વ ગ્રહો, ઉપગ્રહો ઉદ્ભવ્યા છે, માટે તેજ સૃષ્ટિનું આદિકારણ છે એમ કહેવાય છે. આજ કારણથી પ્રાચીન આર્યઋષિ મુનિઓએ સર્વ દૈવી શક્તિઓમાં તેની અમાર શક્તિ માનીને તેની સર્વ સ્થળે સ્તુતિ કરી છે. સકળ શાસ્ત્રના સારરૂપ શ્રીમદ્ ભગવત ગીતા ગણાય છે, અને તેના તત્વરૂપ ગાયત્રીમંત્ર છે, તેમાં પણ સૂર્ય-નીજ સ્તુતિ કરેલી છે.

## ૨૨. ચંદ્ર.

પ્ર૦ ચંદ્ર એ શું છે ?

ઉ૦ એ એક આકાશી પદાર્થ છે, અને પૃથ્વીનો ઉપગ્રહ છે.

પ્ર૦ ઉપગ્રહનું લક્ષણ શું ?

ઉ૦ ઉપગ્રહો મુખ્ય ગ્રહની આસપાસ અમુક કક્ષામાં નિયમિત ગતિ કરે છે અને તેઓ સૂર્યના તેજથી પ્રકાશે છે.

પ્ર૦ ચંદ્રની ગતિ કેટલી છે ?

ઉ૦ ચંદ્ર પૃથ્વીની આસપાસ ૨૯ $\frac{1}{2}$  દિવસમાં એક આંટા ફરી રહે છે. આથી ચંદ્રમાસનો કાળ ૨૯ $\frac{1}{2}$  દિવસનો છે.

પ્ર૦ ચંદ્રની કળા દેખાવાનું કારણ શું ?

ઉ૦ ચંદ્ર પોતાની ધરી ઉપર તેમજ પૃથ્વીની આસપાસ સરખી વખતમાં ફરી રહે છે તેથી તેના એકજ ભાગ હમેશા પૃથ્વી ઉપરથી જોઈ શકાય છે. હવે તે સૂર્યના તેજથી પ્રકાશે છે, તેથી સુદના પખ-વાડીઆમાં તે ધીમે ધીમે વધારે વધારે દેખાતો જઈ પૂર્ણિમાને દિવસે

આખો દેખાય છે, અને વદના પખવાડીઆમાં ધટતો જઈ અમાસને દિવસે બિલકુલ દેખાતો નથી. અર્થાત્ સુદમાં તેની કળા વધે છે, અને વદમાં ધટી જાય છે.

પ્ર૦ સૂર્ય ગ્રહણ એટલે શું ? અને તે શાથી થાય છે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચ્ચે ચંદ્રનો અપારદર્શક ગોળો આવ-  
વાથી પૃથ્વી ઉપરથી સૂર્ય જોઈ શકાતો નથી. પરંતુ ચંદ્ર નાનો  
હોવાને લીધે સૂર્યનો અમુક ભાગ ધેરાય છે. બરાબર વચમાં આવી  
જાય છે ત્યારે સૂર્ય કંકણુ આકારે દેખાય છે. આમ સૂર્ય દેખાતો  
ખંધ થાય છે ત્યારે તેનું ગ્રહણ થયું એમ કહેવાય છે. આ સ્થિતિ  
અમાસને દિવસે આવે છે, માટે સૂર્ય ગ્રહણ અમાસને દિવસેજ થાય છે.

પ્ર૦ ચંદ્ર ગ્રહણ એટલે શું ? અને તે શાથી થાય છે ?

ઉ૦ ચંદ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે પૃથ્વી આવે છે ત્યારે સૂર્યનો પ્ર-  
કાશ ચંદ્ર ઉપર જતાં રોકાય છે, તેથી પૃથ્વી ઉપરથી ચંદ્ર જોઈ  
શકાતો નથી. તેને ચંદ્રગ્રહણ કહે છે. ચંદ્રગ્રહણ પુનર્મેજ થાય છે  
કારણ કે તે દિવસે સૂર્ય અને ચંદ્રની વચ્ચે પૃથ્વી આવે છે.

પ્ર૦ દરેક પુનર્મે ચંદ્ર ગ્રહણ અને દરેક અમાસે સૂર્ય ગ્રહણ  
થતાં નથી તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ દરેક પુનર્મે કે દરેક અમાસે ચંદ્ર, પૃથ્વી અને સૂર્ય એક  
સીધી લીટીથી આવતાં નથી. કારણ કે દરેકની કક્ષા જુદી જુદી  
હોય છે. ચંદ્ર પાંચ અંશ ઉંચો અથવા નીચો રહી જાય છે તેથી  
ગ્રહણ થતાં નથી.

પ્ર૦ ચંદ્રનાં કદ, વજન અને અંતર કહો.

ઉ૦ પૃથ્વીથી તે બે લાખ, ચાળીસ હજાર ચાઈલ ફુટ છે. તેનું  
વજન પૃથ્વીના ૮૧ મા ભાગનું છે, અને પૃથ્વીના ૪૬ મા ભાગ જે-  
ટલું તેનું કદ છે. પૃથ્વી ઉપર જેટલું આકર્ષણ થાય છે તેના પચાસ

જેટલું આકર્ષણ ચંદ્ર ઉપર થાય છે, તેથી પૃથ્વી ઉપર જેનું વજન ૭ શેર થાય તેનું વજન ચંદ્ર ઉપર માત્ર એક શેર થાય.

પ્ર૦ દરખીન વડે જોવાથી ચંદ્રનું કયું કયું અવલોકન શક્ય છે ?

ઉ૦ નરી આંખે જોવાથી તેના પૃષ્ઠ ઉપર જે કાંઈ જણાય છે તે દરખીન વડે જોતાં પર્વતો છે એમ સાબીત થયું છે. તેમાંના કેટલાક તો લગભગ બે મૈલ જેટલા ઉંચા છે. પહેલા તેને વિદ્વાનો સુકાષ ગએલાં સમુદ્રના તળાચાં માનતા હતા. વિદ્વાનોના અનુમાન પ્રમાણે ચંદ્ર ઉપર વાદળો કે વાતાવરણ કંઈ નથી. અને તે ઉપરથી એમ પણ સાબીત થાય છે કે તેના પૃષ્ઠ ઉપર પાણી, વનસ્પતિ કે કોઈ પ્રાણી ન હોતાં હોય જોણા છે.

પ્ર૦ ચંદ્ર દરરોજ બપોળે ધડી મોડો હોય છે તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ પૃથ્વીની ગતિ ચંદ્ર કરતાં વધારે છે તેથી ચંદ્ર દરરોજ થોડો થોડો પાછળ પડતો જાય છે. એ પાછળ પડવાનું અંતર એક અંશ જેટલું હોય છે, અને ચંદ્રને એક અંશ અંતર ચાલવાને લગભગ ૫૪ મિનિટ વખત લાગે છે. માટેજ ચંદ્ર સૂર્યના સંબંધમાં પોતાને અસલ સ્થળે બે ધડી મોડો આવી શકે છે. એમ કરતાં પંદર દિવસમાં ત્રીસ ધડી મોડો હોય છે એટલે રાત્રિએ બીલકુલ ઉગતોજ નથી.

પ્ર૦ વદ ત્રીજની રાત્રિએ ચંદ્ર ક્યારે ઉગશે ?

ઉ૦ પુર્ણિમાના દિવસે સૂર્યનો અસ્ત થતાંજ હોય છે, અને વદમાં દરરોજ બપોળે ધડી મોડો હોય એટલે ત્રીજને દિવસે ૭ ધડી રાત્રિ થયા પછી ચંદ્રનો ઉદય થશે.

પ્ર૦ સુદ સાતમની રાત્રિએ ચંદ્રનો ઉદય ક્યારે થશે ?

ઉ૦ અમાવાસ્યાને દિવસે સૂર્યના ઉદય સાથેજ ચંદ્રનો ઉદય થાય

અને સૂર્યના અસ્ત સાથેજ ચંદ્રનો અસ્ત થાય છે. વહ પડવાને દિવસે સૂર્યોદય પછી બે ઘડીએ ચંદ્ર ઉગે એટલે રાત્રિએ બે ઘડીજ માત્ર રહીને આથમી જાય. એજ પ્રમાણે સાતમને દિવસે સૂર્યોદય પછી ૧૪ ઘડીએ ઉગે માટે રાત્રિએ પ્રથમની ૧૪ ઘડી તેનું અજવાળું મળી શકે.

પ્ર૦ એક રાત્રિએ બે વાગે ચંદ્ર અસ્ત પામ્યો ત્યારે તે દિવસે કય તિથિ હશે ? ( સાધારણ રીતે છ વાગે સૂર્યાસ્ત ગણવો. )

ઉ૦ રાત્રિના પહેલા ભાગમાં અજવાળું રહ્યું માટે સુદનું પખવાડીયું હશે. અજવાળું પહેલા આઠ કલાક એટલે ૨૦ ઘડી રહ્યું છે માટે સુદ ૧૦ હોવી જોઈએ.

### ૨૩. અંદરના ગ્રહો-બુધ અને શુક્ર.

પ્ર૦ સૂર્યમાળા કોને કહે છે ?

ઉ૦ સૂર્ય અને તેની આસપાસ ફરનારા આકાશી પ્રદાર્થને.

પ્ર૦ કયા કયા આકાશી પ્રદાર્થો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે ?

ઉ૦ ગ્રહો ( ઉપગ્રહો સાથે ), ધ્રુવકેતુ અથવા પુંછડીઆ તારા અને ખરતા તારા.

પ્ર૦ ગ્રહ કોને કહે છે ?

ઉ૦ પૃથ્વીની પેઠે સૂર્યની આસપાસ ફરનારા કેટલાક ગોળા છે તેમને ગ્રહ કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ ગ્રહો કયા કયા છે ?

ઉ૦ બુધ, શુક્ર, પૃથ્વી, મંગળ, ગુરુ, શનિ, કુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન.

પ્ર૦ ઉપગ્રહ એટલે શું ?

ઉ૦ જે ગ્રહ મુખ્ય ગ્રહની આસપાસ ફરે છે તે, ચંદ્ર પૃથ્વીની

આસપાસ ફરે છે માટે ચંદ્ર એ પૃથ્વીનો ઉપગ્રહ કહેવાય. એવા ઉપગ્રહો બીજા કેટલાક ગ્રહોને પણ છે.

પ્ર૦ તારા કેને કહેવાય ?

ઉ૦ અંધારી રાતે આકાશ તરફ દષ્ટિ કરતાં અસંખ્ય ચાંદરણું જણાય છે તેમને તારા કહે છે. તારાઓ એ સૂર્યો છે, અને આપણા સૂર્યને જેવું આબુબાબુ ફરનારું મંડળ છે તેવું એ દરેકને છે.

પ્ર૦ ગ્રહ અને તારામાં ફેર શો ?

ઉ૦ ગ્રહોનું તેજ સ્થિર હોય છે, અને તારાઓનું તેજ હલતું હોય છે. આ બેદને લીધે તેઓ સહેલાઈથી ઓળખાઈ આવે છે. વળી ગ્રહો પોતાનાં સ્થળ બદલે છે, અને તારાઓ આબુબાબુના તારાઓના સંબંધમાં પોતાના સ્થળ બદલતા નથી.

પ્ર૦ તમામ ગ્રહોની કઈ કઈ ગતિ હોય છે ?

ઉ૦ પોતાની ધરી ઉપર ફરવાની અથવા દૈનિક ગતિ અને સૂર્યની આસપાસ ફરવાની અથવા વાર્ષિક ગતિ એવી બે પ્રકારની ગતિ હોય છે.

પ્ર૦ કક્ષા કેને કહે છે.

ઉ૦ ગ્રહના સૂર્યની આસપાસ ફરવાના માર્ગને કક્ષા કહે છે. ગ્રહો પોતાના આ માર્ગમાં નિયમિત ભ્રમણ કર્યા કરે છે.

પ્ર૦ અંદરના ગ્રહો એટલે શું ?

ઉ૦ જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર આવી જતી હોય તેને અંદરના ગ્રહો કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ બહારના ગ્રહો એટલે શું ?

ઉ૦ જે ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની બહાર આવેલી હોય તેને બહારના ગ્રહો કહેવામાં આવે છે.

પ્ર૦ અંદરના ગ્રહો કયા ?

ઉં ભુધ અને શુક્ર.

પ્રં બહારના મહો કયા ?

ઉં મંગળ, ગુરુ, શનિ, યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન.

પ્રં સૂર્યની પાસેમાં પાસે કયો મહો છે ?

ઉં ભુધ.

પ્રં પૃથ્વીની પાસેમાં પાસેનો મહો કયો ?

ઉં શુક્ર.

પ્રં મહોના વાર્ષિક ભ્રમણનો આધાર શાના ઉપર છે ?

ઉં જેમ સૂર્યથી અંતર વધારે તેમ તેના વાર્ષિક ભ્રમણનો કાળ પણ વધારે.

પ્રં ભુધ અને શુક્રના વાર્ષિક ભ્રમણનો કાળ કેટલો છે ?

ઉં ભુધ ૮૬ દિવસમાં (કાષ્ઠક મતે ૮૮ દિવસમાં) અને શુક્ર ૨૨૪ દિવસમાં (કાષ્ઠક મતે ૨૨૫ દિવસમાં) સૂર્યની આસપાસ ફરી રહે છે.

પ્રં ગરમી અને પ્રકાશનું પ્રમાણ ભુધ તથા શુક્ર ઉપર પૃથ્વીને મુકાબલે કેટલું હશે ?

ઉં પૃથ્વી કરતાં ગરમી અને પ્રકાશ ભુધ ઉપર સાતગણાં અને શુક્ર ઉપર બમણાં પડે છે.

પ્રં ભુધ અને શુક્ર કયારે જોઈ શકાય છે ?

ઉં બંને મહો સૂર્યોદય પહેલાં થોડા વખત અને સૂર્યાસ્ત પછી થોડા વખત ક્ષિતિજ પાસે દેખાય છે. ભુધ વધારેમાં વધારે દરેક વખતે ૧૧ ઠલાક અને શુક્ર ૩ ઠલાક દેખાય છે. જે દેશમાં જળમય વધારે વખત રહે છે તે દેશમાં ભુધ જોઈ શકાયો નથી. કોમનવેલ્થ નામે અંગ્રેજીવેત્તા પોતાની આખી બિંદગીમાં ભુધ મહો જોઈ શક્યો નહોતો.

પ્ર૦ બુધ અને શુક્રના સૂર્યથી અંતર કેટલેટલા છે ?

ઉ૦ બુધ ૩ કરોડ ૫૦ લાખ અને શુક્ર ૬ કરોડ ૭૫ લાખ મૈલને અંતરે છે.

પ્ર૦ બુધના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ ચંદ્રની પેઠે એની કળા બદલાય છે. પણ અતિશય નાનો તથા ઘણો દૂર હોવાથી તે જોઈ શકાતો નથી. એ નરી આંખે ચળકતો અને પીળચટો દેખાય છે.

પ્ર૦ શુક્રના દેખાવનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ ચંદ્રની પેઠે શુક્રની કળા બદલાય છે તે દુરખીનમાંથી જોઈ શકાય છે; પણ અહની લંબગોળ કક્ષાને લીધે કોઈક વખત તે પૃથ્વીની પાસે અને કોઈ વખતે દૂર દેખાય છે. જ્યારે પાસેમાં પાસે આવે છે ત્યારે પૃથ્વીથી તેનું અંતર અઢી કરોડ માઇલ અને દૂર હોય છે ત્યારે સોળ કરોડ માઇલ હોય છે. આથી કોઈક વખત શુક્ર મોટા ગોળાના અળાયા રૂપે તો કોઈક વખતે નાના ગોળાના ખંડ રૂપે દેખાય છે. આકાશમાં સર્વ અહોમાં એ ઘણાજ પ્રકાશિત અને સુંદર છે, તેથી એને ઓળખવાની ઝાઝી મુશ્કેલી પડતી નથી. અંધારી રાતે પણ એનું તેજ આવે છે. એકલો એજ અહ અમુક હદ લગી સૂર્યના તેજની અવગણના કરી કોઈ કોઈ વાર દિવસે પણ દેખાય છે.

બુધની પેઠે એ અહ પણ કોઈ કોઈ વાર સંખ્યાક્રમે પશ્ચિમમાં અને પ્રાતઃકાળે પૂર્વમાં દેખાય છે, ગામડાના લોકો એને “કગલીઉ” નામથી ઓળખે છે.

પ્ર૦ શુક્રના પૃથ્ ઉપરનું તથા વાતાવરણનું વર્ણન કરો.

ઉ૦ સર્વ અહોમાં શુક્ર પૃથ્વીને ઘણી વાતે મળતો આવે છે, પૃથ્વીની માફક તેની આસપાસ વાતાવરણ વીટાએલું છે; પરંતુ તેમાં

નિરંતર એટલાં બધાં વાદળાં હોય છે કે તેમાંથી જોઇ શકાતું નથી. ચંદ્રની દુરબીનમાંથી તેના પ્રજ્વળિત ઉપર પર્વતો દેખાય છે.

આપણી પૃથ્વીના જેવો શુક્રપર ઋતુભેદ થાય છે, પરંતુ પૃથ્વીની ધરી કક્ષા સાથે ૬૬૬ અંશના ખૂણો કરે છે અને શુક્રની ધરી એથી મોટો ખૂણો કરે છે તેથી એ ભેદ વધારે ચમત્કારી હોવો જોઈએ.

પ્ર. કયા ગ્રહો નરી આખે જોઇ શકાતા નથી ?

ઉ. યુરેનસ અને નેપ્ચ્યુન ઘણા દુર હોવાથી નરી આખે જોઇ શકાતા નથી.

પ્ર. આપણા જ્યોતિઃશાસ્ત્રીઓ કયા કયા ગ્રહ ગણે છે ?

ઉ. સુવ, શુક્ર, રવિ, ચંદ્ર, મંગળ, બૃહસ્પતિ, શનિ, રાહુ અને કેતુ એ નવ ગ્રહો ગણે છે.

## પુરવાણી.

પ્ર. દ્રવ્યનું મોટું લક્ષણ કયું ?

ઉ. ભાર કે વજન એ તેનું મુખ્ય લક્ષણ છે.

પ્ર. અવકાશ એટલે શું ?

ઉ. ખાલી જગા.

પ્ર. આ ચોપડીમાં આપેલા વિજ્ઞાના પાઠો સંબંધી વિશેષ માહિતી મેળવવી હોય તો કયાં પુસ્તકો ઉપરથી મળી શકે ?

ઉ. ૭૬ થી ૯૪ સુધીના પાઠો પદાર્થવિજ્ઞાનમાંથી, ૯૫ મો પાઠ શરીરશાસ્ત્રમાંથી અને ૯૬, ૯૭ અને ૯૮ મો પાઠ ખગોળમાંથી લીધેલા છે. માટે એ પુસ્તકોમાંથી વિશેષ હકીકત મળી શકે.

પ્ર. હવે કરતાં પાણીમાં અવાજની ગતિ આઠ ગણી અને પાણી કરતાં લાકડામાં સોળ ગણી હોય છે—એમ હોવાનું કારણ શું ?



ઉં પદાર્થની રજકણો જેમ પાસે હોય તેમ ધ્રુવરાની અસર  
ઘટ આગળ વધે માટે નક્કર પદાર્થમાં વધારે વેજથી અવાજ ગતિ  
કરે છે.

પ્ર૦ પૃથ્વીના પૃથ્વી તેનું મધ્યબિંદુ કેટલું દૂર હશે ?

ઉં શુમારે ૪૦૦૦ મૈલ.

પ્ર૦ ખોરાક ખરાબર નહિ ચાવવાથી શું નુકશાન થાય છે ?

પ્ર૦ પાચનક્રિયાનો આરંભ મોંઢામાંજ થાય છે. મોંઢામાં નીચલાં  
જડખાંની દાઢના મૂળ પાસે બે ગાંઠા હોય છે. તેમાં થુંક રૂપે એક  
જાતની પ્રવાહી ખોરાકમાં મળે છે. ખોરાક ખરાબર ચવાય તો તે  
રસ વધારે મળે, અને ખોરાકમાંના પેજવાળા પદાર્થમાં શર્કરાતત્ત્વ  
છુટું પાડી તેને પચાવવામાં મદદ કરે છે. જો કોળીઓ ખરાબર ન  
ચવાય તો એ પેજવાળા પદાર્થને પચાવવાનું કામ જઠરને કરવું પડે  
છે, તેથી જઠરને વધારે શ્રમ પડે છે.

પ્ર૦ ખોરાકમાં રહેલા તત્ત્વ પ્રમાણે તેનો વર્ગ પાડો.

ઉં ૧ નાઇટ્રોજનવાળા—દ્વિજાન ધાન્ય, ચણા, વટાણા, વાલ,  
મગ, વગેરે એ માંસ વધારે છે.

૨. લોટવાળા કે પેજવાળા—એક દળાંઆં અનાજ, ધઉં,  
ખાજરી, મકાઈ વગેરે. એ ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે.

૩ તૈલી—તેલ, ઘી ચરબી વગેરે. એ પણ ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે.

૪. ક્ષારવાળા—મોઢું, ચુનો, ખાર, અને શાકભાજીમાં સમા-  
વેલા ક્ષાર એ હાડકાંના બધારણમાં ઉપયોગી છે.

પ્ર૦ “ ભુખ અને શુક સૂર્યાસ્ત પછી થોડો વખત અને સૂર્યાદય  
પહેલાં થોડો વખત દેખાય છે.” એ વાક્યમાં શી ખામી છે ?

ઉં “ ભુખ અને શુક કોઇવાર સૂર્યાસ્ત પછી થોડો વખત અને  
કોઇવાર સૂર્યાદય પહેલાં થોડો વખત દેખાય છે.” એમ કહેવું જોઇએ.

પ્ર૦ ઉપર જે નિયમ ખતાવ્યો તેનું કારણ શું ?

ઉ૦ એ ખંને ગ્રહોની કક્ષા પૃથ્વીની કક્ષાની અંદર છે. તેથી તે પૃથ્વી કરતાં સૂર્યની પાસે છે. તેમાંનો યુધ સૂર્યની ધણો સમીપ છે. તેથી તે આપણી ડાબી મેર એટલે સૂર્યની જમણી મેર હોય છે તે વારે તે સૂર્યની સાથે ફરી તેની કેડે તુરત આથમતો દેખાય છે; આ પછી જમણી મેર એટલે સૂર્યની ડાબી મેર હોય છે ત્યારે તે સૂર્ય આગળ જઇ તેની પહેલાં આથમે છે અને તેથી માત્ર પ્રાતઃકાળે (કમલીઉં) દષ્ટિએ પડે છે. એ વેળા તે સૂર્યોદયની થોડીવાર પાં ઉગે છે.

એજ પ્રમાણે શુક્ર પણ સૂર્યની આસપાસ ફરવામાં પોતાના કક્ષાના જે સ્થળમાં હોય છે તે સ્થળ પ્રમાણે સૂર્યાસ્ત કેડે અથવા સૂર્યોદય પહેલાં બહુધા દષ્ટિએ પડે છે.

પ્ર૦ એ એ ગ્રહોમાંના કયાનું અવલોકન સારી રીતે થઇ શકે

ઉ૦ શુક્રનું. કારણ કે તે સૂર્યની છેક સમીપ ન હોતાં દુર છે સૂર્યાસ્ત પછી યુધ કરતાં વધારે વખત રહે છે તેથી તેનું અવલોકન થઇ શકે છે.

પ્ર૦ આપણા જીવંતામાં મૃગશ્રજ કયાં અને ક્યારે જોવા આવે છે ?

ઉ૦ માતર તાલુકાની લીંબારી તરફની ડાબી ક્ષાર ભૂમિમ મૃગશ્રજનો દેખાવ ઉન્હાળાની ઋતુમાં તાપને પ્રસંગે દષ્ટિએ પડે છે.

પ્ર૦ દીવે વાંચતી વખતે કવો પ્રકાશ સારો ગણાય ?

ઉ૦ ઝાંખે દીવે વાંચવું નુકસાનકારક છે; પરંતુ જે પ્રકાશ પૂરતો હોય તો લીલો પ્રકાશ આંખને લાભકારક છે.

સમાપ્ત.

## સૂચના.

અમર નવાબી આ રાજ્યની તેમજ બ્રિટિશ રાજ્યની શાખાઓમાં આજનાં યુગરાતી, ઇંગ્લેન્ડ વિગેરે તમામ પુસ્તકો તથા રહેણાંતરી સામાન મળે છે. જ્યાંયાં જોનારને સાઈ કમીશન આપવામાં આવશે. ખદાર-માગતા ઓઈરપર પુસ્તકો ખ્યાન આપવામાં આવશે.

અમારા તરફથી પ્રગટ થયેલા પુસ્તકો.

શિખર. રા. આ. પા.

૧. શુ. બીજા ધોરણની નોટ. ( આ રાજ્યના નવા ધોરણ પ્રમાણે તમામ વિષયો સાથે ), ૦—૩—૦
૨. શુ. ત્રીજા ધોરણની નોટ. ૦—૪—૦
૩. શુ. ચોથા ધોરણની નોટ. ૦—૬—૦
૪. શુ. પાંચમા ધોરણની નોટ. ૦—૫—૦
૫. શુ. છઠ્ઠા " " ૦—૬—૦
૬. હિન્દી પ્રાથમિક તથા શિક્ષાવર્ગી ભાગ ૧ લાના અર્થ તરજુમા સહિત. ૦—૨—૬
૭. હિન્દી શિક્ષાવર્ગી ભાગ ૨ બીજા અર્થ તરજુમા સહિત ૦—૪—૦
૮. પ્રતોતરરૂપે સરજીવાન ધો. ૧ સુ. આરંભ ૨ ૭ ૦—૧—૬
૯. " " " ૨ જુ. " ૫ માં ૦—૧—૦
૧૦. " " " ૩ જુ. " " ૦—૨—૦
૧૧. " " " ૪ જુ. " ૪ થી ૦—૨—૦
૧૨. " " " ૫ જુ. " ૪ થી ૦—૨—૬
૧૩. " " " ૬ જુ. " ૩ જુ ૦—૨—૬
૧૪. " " " ૭ જુ. " ૧ લી ૦—૪—૬
૧૫. પ્રતોતરરૂપે વડોદરા રાજ્યનો સરજી ઇતિહાસ. ૦—૩—૦
૧૬. ભરતખંડનો પ્રતોતરરૂપે સરજી ઇતિહાસ ધો. ૫ માટે ૦—૨—૦
૧૭. " " " ધો. ૬ માટે ૦—૩—૦
૧૮. પ્રતોતરરૂપે નાગરિકના પર્મ તથા આરોગ્યવિજ્ઞા. ૦—૩—૦

પત્રવ્યવહાર નીચેના સિરનામે કરવો:—

મણીલાલ મૂળજીભાઈ ઉપાધ્યાય.

જુઓદર મો-૨ પબ્લીશર.

સુ. પેટલાઈ-વામાં આજુબં.

